Les techniques d'économie d'énergie et leur mise en application

Rapport au
Ministre d'État
chargé des Sciences et de la Technologie
par le
Groupe d'étude sur
les techniques d'économie d'énergie

Abrégé

Pour résoudre le problème de l'énergie au Canada, il est aussi important de pratiquer des techniques d'économie d'énergie que d'augmenter l'approvisionnement en énergies renouvelables et non renouvelables. Comparativement aux nouveaux projets d'approvisionnement en énergie, les économies d'énergie peuvent contrebalancer le besoin d'énergie supplémentaire et permettre de réaliser des économies de coûts considérables. Le gouvernement fédéral remplira son engagement à cet égard lorsqu'il investira des ressources financières et humaines comparables à ses actuels investissements en vue d'assurer l'approvisionnement en énergie.

Ce n'est pas le manque de techniques appropriées qui retarde l'adoption générale de mesures d'économie d'énergie. L'exploitation méthodique des techniques existantes peut ouvrir de nombreuses possibilités industrielles au Canada tout en réduisant considérablement la consommation des ressources énergétiques non renouvelables au pays.

La priorité du gouvernement fédéral en matière d'économie d'énergie devrait être de définir et de mettre en oeuvre les stratégies et les mécanismes de soutien nécessaires pour assurer la diffusion et la commercialisation des techniques existantes, et non pas de mettre au point de nouvelles techniques.

Table des matières

Résumé et recommandations de l'exécutif
9

1 **L'utilisation et l'économie de l'énergie**
23

2 **La mise au point et la diffusion des techniques d'économie d'énergie**
31

3 **Les techniques d'économie d'énergie dans le secteur du bâtiment**
41

4 **Les techniques d'économie d'énergie dans le secteur des transports**
53

5 **Les techniques d'économie d'énergie dans le secteur industriel**
65

Annexe I
Les collaborateurs du groupe d'étude sur les techniques d'économie d'énergie
87

Annexe II
Bibliographie sélective
89

Avant-propos

Le 5 mai 1981, le Ministre d'État chargé des Sciences et de la Technologie, l'honorable John Roberts, a annoncé la création d'un groupe d'étude ayant pour mandat de déterminer les possibilités de développement technologique dans le domaine des économies d'énergie et de proposer des mécanismes pour la mise au point de ces possibilités et la diffusion des techniques résultantes.

Le Ministre a mis l'accent sur l'importance de la diffusion des techniques, car la recherche-développement des techniques d'économie d'énergie n'aura une incidence importante que si les techniques pertinentes atteignent l'usager. Le Ministre a également souligné que la montée rapide des prix du combustible rendait le besoin encore plus urgent, mais qu'en même temps, elle créait des possibilités de fabrication d'équipement destiné aux économies d'énergie.

Le mandat du groupe d'étude est le suivant :

1) Déterminer les possibilités techniques et industrielles les plus prometteuses dans le domaine des économies d'énergie, du point de vue de la rentabilité de même que du point de vue des économies d'énergie, en se concentrant sur les secteurs industriels, des transports, du bâtiment (commercial et résidentiel) et de la fabrication de l'équipement destiné aux économies d'énergie. En étudiant ces possibilités, les questions suivantes devraient être prises en considération :

a) les systèmes et les appareils propices aux économies d'énergie (tels que les thermostats à réglage programmé, l'isolation, les ordinateurs pour automobiles et les systèmes de chauffage hybride) ;
b) les procédés propices aux économies d'énergie (tels que l'utilisation en cascade de l'énergie et la cogénération) ; et
c) les macrosystèmes de remplacement (tels que les nouveaux systèmes de transport urbain et les systèmes de chauffage et de climatisation d'habitations multiples).

2) Explorer les mécanismes les plus appropriés pour entreprendre la mise au point de ces possibilités jusqu'à la viabilité commerciale.

3) Déterminer les meilleurs moyens de diffusion et d'exploitation de ces techniques, de même que toutes les autres techniques existantes relativement peu connues. Ce faisant, il faudrait tenir compte des obstacles administratifs (tels que la réglementation) qui s'opposent à l'exploitation de ces technologies. En même temps, il faudrait tenir compte de l'incidence sociale, environnementale, et distributionnelle (par exemple, régionale) de leur diffusion (c'est-à-dire les problèmes éventuels entraînés par la mise en application de ces nouvelles techniques).

4) Déterminer les moyens de commercialiser efficacement et sur une grande échelle les techniques d'économie d'énergie à l'intention de tous les utilisateurs ultimes possibles.

Les membres du groupe d'étude sont :

M. Frank O. Price
(Président)
Vice-président
GSW Inc.
Mississauga (Ontario)

M. Alben J. Chmelauskas
Directeur du Contrôle de l'environnement
MacMillan Bloedel Ltd.
Vancouver (Colombie-Britannique)

M. Ken Cooper
Vice-président
Canada Square Corp.
Toronto (Ontario)

M. Ernie M. Douglas
Gérant, Soutien local
Division commerciale
Honeywell Limited
Scarborough (Ontario)

M. Clayton Glenn
Vice-président
Planification des capacités de la flotte
Air Canada
Montréal (Québec)

M. J. Larry Greer
Président
LGL-Wardrop-Sirrine Inc.
Président du Conseil
W.L. Wardrop and Associates Ltd.
Winnipeg (Manitoba)

M. Frank W. Henkelman
Président
Fiberglas Canada Inc.
Toronto (Ontario)

M. Leland Lange
Président
Enercon Consultants
Regina (Saskatchewan)

M. Tom A. Ledwell
Conseiller supérieur en technique d'économie d'énergie
Énergie, Mines et Ressources Canada
Ottawa (Ontario)

M. Pierre Lortie
Président
Bourse de Montréal
Montréal (Québec)

M. le professeur Armand Patenaude
Département de génie mécanique
École Polytechnique
Montréal (Québec)

M. Raymond Royer
Président
Division du transport en commun
Bombardier Inc.
Boucherville (Québec)

M. Gordon Trivett
Directeur associé
Centre for Energy Studies
Technical University of Nova Scotia
Halifax (Nouvelle-Écosse)

M. Manuel Chetcuti
(Secrétaire)
Conseiller en politiques
Ministère d'État chargé des Sciences et de la Technologie
Ottawa (Ontario)

Au cours de ses délibérations, le groupe d'étude a bénéficié des connaissances et des avis de plusieurs personnes, organismes et établissements qui ont prêté leur concours. Bien que les constatations et les recommandations de ce rapport relèvent uniquement des membres du groupe d'étude, les autres contributions (annexe I) sont reconnues et appréciées.

En outre, le groupe d'étude exprime sa reconnaissance aux personnes suivantes du ministère d'État chargé des Sciences et de la Technologie qui ont prêté leur concours à des fins administratives ou de recherche : Mmes Lise Picknell, adjointe administrative du groupe d'étude, Carol Barton, bibliothécaire en chef et Carol O'Rourke, bibliotechnicienne, MM. Pierre Joncas, directeur de projets et Don Quinsey, conseiller en politique.

Résumé et recommandations de l'exécutif

Les économies d'énergie
La volonté du gouvernement fédéral de réaliser des économies d'énergie est bien connue. Elle a été clairement réaffirmée dans le Programme énergétique national en 1980. Le gouvernement fédéral respectera ses engagements à cet égard lorsqu'il consacrera aux économies d'énergie autant de ressources financières et humaines qu'il consacre maintenant à l'approvisionnement en énergie. La politique, la réglementation et les stimulants peuvent favoriser l'expansion des marchés des techniques d'économie d'énergie de la même manière qu'ils servent maintenant à encourager l'augmentation des approvisionnements en énergie (par exemple des subventions à la R-D nucléaire, des dégrèvements fiscaux pour l'exploration du pétrole et du gaz).

A l'heure actuelle, des ressources considérables sont investies pour la mise à contribution de nouveaux approvisionnements en énergie. C'est l'investissement de capitaux le plus important au Canada. Il façonne la structure économique du pays en favorisant les approvisionnements énergétiques aux dépens des autres besoins. La solution au problème de l'augmentation des coûts de l'énergie et de l'insécurité des approvisionnements de pétrole dépendra du succès du Canada à développer les énergies renouvelables, à augmenter l'approvisionnement en énergies non renouvelables et à réduire la consommation d'énergie. Les économies d'énergie peuvent donc être réalisées en modifiant d'abord le comportement et les styles de vie concernant

l'utilisation de l'énergie au moyen de méthodes éducatives et par l'intérêt accru du public. Des économies d'énergie peuvent être également réalisées en améliorant l'efficacité d'utilisation de l'énergie dans les divers secteurs de l'économie canadienne. Le Programme énergétique national le précise dans la déclaration suivante :
« Économiser l'énergie, c'est la façon la plus propre, la plus durable et souvent la moins coûteuse de résoudre le problème pétrolier des années 1980, ainsi que d'améliorer le bilan énergétique du Canada. »[1]

Le Comité spécial de l'énergie de remplacement du pétrole met également l'accent sur cette conclusion lorsqu'il note ce qui suit :
« Les uns après les autres, nos témoins ont vanté l'importance des méthodes de conservation en relevant que la conservation représentait la solution la plus simple et la moins coûteuse pour réduire l'écart entre l'offre et la demande dans le secteur énergétique. »[2]

Il est important de se rappeler que comparativement aux projets d'approvisionnement en énergie nouvelle, les coûts des techniques d'économie d'énergie sont beaucoup moindres, compte tenu des résultats obtenus. Par exemple, le coût des projets d'économie d'énergie, qui pourraient améliorer l'efficacité dans la proportion de 40 p. 100 dans l'industrie, a été estimé à 11 milliards de dollars. Par comparaison, l'équivalent d'énergie provenant des nouveaux projets d'approvisionnements coûteraient environ 30 milliards de dollars dans le cas d'usines des sables bitumineux ou 18 milliards de dollars dans le cas du gaz naturel des régions pionnières[3]. Compte tenu des seules considérations économiques, il est urgent de mettre l'accent sur des programmes d'économie d'énergie et de réduire la demande d'énergie d'une manière socialement et économiquement acceptable. La cause de l'économie d'énergie sera renforcée si elle est considérée comme une source équivalente d'énergie supplémentaire.

Dans une allocution au *Canadian National Energy Forum*, Peter Middleton de *Middleton Associates* réaffirme cette position :
« Les mégaprojets d'économie d'énergie sur le plan national ou provincial peuvent être la manière la plus raisonnable et la plus économique de fournir un nouvel apport d'énergie. Un mégaprojet d'économie d'énergie semble certainement offrir une excellente manière de distribuer des bénéfices aux localités à travers le pays. (. . .) Il est temps cependant d'appliquer le même degré de planification et de gestion aux économies d'énergie et aux énergies renouvelables qu'aux mégaprojets. »[4]

Selon le rapport de la *United States' Energy Research Advisory Board* intitulé *Federal Energy R&D Priorities*, on est arrivé à une conclusion semblable :
« Relativement à leur contribution éventuelle à la solution des problèmes énergétiques à court et à moyen terme, il existe un déséquilibre dans l'affectation de fonds à la R-D entre les programmes d'économie d'énergie et ceux qui s'adressent à l'approvisionnement. Il faut réaligner les priorités du budget pour qu'elles correspondent mieux aux possibilités d'améliorer l'efficacité et au rôle unique du gouvernement fédéral dans la R-D des économies d'énergie. »[5]

Le groupe d'étude
Les économies d'énergie présentent d'importantes possibilités commerciales pour la mise au point et la diffusion des techniques connexes. Pour aider l'industrie canadienne à profiter de ces occasions, le ministère d'État chargé des Sciences et de la Technologie a réuni un groupe d'étude composé de personnes compétentes en matière d'économie d'énergie. En résumé, le mandat du groupe d'étude visait à :

a) déterminer les possibilités techniques les plus prometteuses dans le domaine des économies d'énergie ;
b) recommander les meilleurs mécanismes pour mener la mise au point de ces possibilités jusqu'à l'étape de commercialisation ; et
c) déterminer les moyens les plus propres à permettre les transferts de technologie au secteur économique pertinent au Canada, y compris les meilleurs moyens d'encourager le consommateur à les adopter.

Le mandat du groupe d'étude n'exige pas qu'il examine le bien-fondé des économies d'énergie. D'autres ont étudié ce domaine à fond. Cependant, relativement peu d'attention a été accordé aux diverses possibilités commerciales qui en résulteraient. Peu d'études se sont attachées à déterminer les avantages économiques et sociaux que le Canada pourrait retirer de la mise au point et de la diffusion, ici et à l'étranger, de ces techniques. Ce sont ces domaines que le groupe de travail a eu le mandat d'explorer.

Les possibilités industrielles
La « crise de l'énergie » a donné lieu à plusieurs possibilités de mise au point, de fabrication et de commercialisation d'une vaste gamme de biens et de services qui peuvent être produits au Canada à des fins d'économie d'énergie. Le groupe d'étude estime qu'actuellement, les ventes canadiennes de biens et de services en cette matière s'élèvent à plus d'un milliard de dollars par année. Le marché peut être subdivisé de la manière suivante :

a) les produits qui réduisent la déperdition de chaleur, tels que les matériaux d'isolation, de calfeutrage et de glaçage ;
b) les appareils de transfert d'énergie tels que les échangeurs de chaleur et les thermopompes ;
c) les systèmes de régulation, du simple thermostat à minuterie aux systèmes commerciaux et industriels complexes ;
d) l'équipement de cogénération tel que des chaudières et des turbines à vapeur pour la récupération de la chaleur ;
e) des services d'économie d'énergie y compris des services d'ingénierie en vérification énergétique, en conception et en consultation.

En outre, plusieurs appareils destinés au consommateur peuvent être fabriqués et sont actuellement fabriqués pour donner un meilleur rendement énergétique (par exemple les appareils ménagers, les chaudières, les installations de chauffage, de ventilation et de climatisation, les moteurs électriques, les systèmes d'éclairage et le matériel de transport). Le remplacement des modes de transport (par exemple des automobiles aux trains) est une considération importante dans ce contexte.

Les techniques
La plupart des principes scientifiques qui entraînent des économies d'énergie sont connus depuis un certain temps. Par conséquent, les techniques d'économie d'énergie n'ont pas le même prestige qu'une découverte scientifique récente ou une percée technologique. Il est peu probable qu'elles suscitent une curiosité enthousiaste ou attirent le même esprit d'entreprise que les industries de « technologie de pointe ». Cependant, elles constituent un élément extrêmement important pour l'avenir de l'énergie au Canada. Si les possibilités techniques et industrielles dans ce domaine sont exploitées méthodiquement, ce n'est pas seulement le consommateur et l'entrepreneur qui en bénéficieront mais aussi tout le pays, par la réduction de la consommation canadienne des énergies non renouvelables.

L'aspect du mandat du groupe d'étude qui prévoit la détermination des techniques et des possibilités industrielles « les plus prometteuses » en matière d'économie d'énergie pose une certaine difficulté. Comme il a été souligné dans le document explicatif sur la recherche-développement du ministère d'État chargé des Sciences et de la Technologie :
« L'obstacle principal à cette approche est qu'elle comporte des risques plus élevés. On dit souvent qu'elle consiste à « choisir des gagnants ». Aux dires de certains, il s'agit d'un processus dans lequel les gouvernements n'excellent pas ».[6]

Le groupe d'étude est d'avis que la présélection des gagnants, même s'ils sont soigneusement choisis, peut être très coûteuse, comme l'histoire l'a démontré. Lorsque c'est possible, le choix prématuré de techniques devrait être évité de sorte qu'à mesure que les connaissances augmentent, l'orientation puisse être modifiée sans entraîner de conséquences trop lourdes. Si l'on veut en arriver à ce que les technologies soient exploitées avec succès sur une grande échelle, il faut laisser agir les forces naturelles du marché. Le développement commercial soutiendra les programmes d'ingénierie nécessaires à la mise en application des techniques d'économie d'énergie. Le rôle du gouvernement devrait se limiter à encourager et à accélérer l'évolution normale du marché.

Le groupe d'étude a repéré un certain nombre de techniques existantes dans chacun des secteurs importants de la consommation d'énergie. Si ces techniques sont bien diffusées et mises en application, elles peuvent entraîner des réductions importantes de la consommation d'énergie au Canada. Cependant, il faut noter que la liste n'est pas complète ni définitive. Ces techniques sont décrites à des fins d'illustration, pour démontrer que l'utilisation des techniques existantes peut réduire la consommation d'énergie sans exiger la mise au point de nouvelles techniques.

On a estimé que certaines techniques présentaient de meilleures possibilités. Elles ont donc été décrites avec plus de détails. Le groupe d'étude a également défini le rôle que le gouvernement devrait jouer pour accélérer l'évolution normale du marché relativement aux techniques qui présentent des possibilités importantes d'économie d'énergie.

Les priorités
Les techniques d'économie d'énergie auxquelles le groupe d'étude s'est particulièrement intéressé sont celles qui existent déjà ou qui sont en voie de réalisation plutôt que celles qui sont encore au premier stade de la recherche. Ce sont ces techniques qui auront une incidence précoce sur la consommation de l'énergie et qui peuvent immédiatement susciter des possibilités industrielles. Puisque, pour la plupart, ces techniques sont déjà disponibles, la priorité devrait se limiter à les désigner et à mettre en place les stratégies et les mécanismes d'appui nécessaires à leur diffusion et à leur commercialisation, plutôt que de mettre au point de nouvelles techniques. Une mise au point plus poussée de l'équipement et des procédés ainsi que des améliorations des techniques existantes devraient en faciliter l'exploitation.

La diffusion et la commercialisation
Traditionnellement, le Canada a mis l'accent sur l'approvisionnement en énergie. Les principaux secteurs industriels, qui ont des intérêts dans l'approvisionnement, renforcent les obstacles administratifs et financiers qui empêchent l'adoption de techniques d'économie d'énergie. Le groupe d'étude a défini plusieurs de ces empêchements majeurs. Il faut mettre en oeuvre des stratégies cohérentes qui permettront de vaincre ces obstacles, d'encourager la régulation de la demande d'énergie et d'accélérer la diffusion des techniques d'économie d'énergie.

Les contraintes financières
Un des obstacles aux économies d'énergie a été le prix canadien des produits du pétrole qui a été maintenu à un niveau inférieur aux « prix mondiaux ». L'incertitude concernant le coût futur de l'énergie a entraîné beaucoup de confusion et a empêché l'industrie, entre autres, de faire des investissements à long terme. Cependant, par suite des accords récents de fixation des prix de l'énergie intervenus entre le gouvernement fédéral et les provinces de l'Ouest productrices de pétrole, les prix de l'énergie approchent rapidement les niveaux du prix mondial et ceci devrait encourager les économies d'énergie.

Il y a également une résistance compréhensible, de la part des consommateurs et des sociétés, à investir dans des techniques qui exigent une première mise de fond considérable. Cette hésitation est plus prononcée lorsque les taux d'intérêt sont élevés et que les périodes d'amortissement sont également plus longues. En période de taux d'intérêts élevés, les sociétés industrielles semblent donner la préférence aux investissements qui contribuent à l'expansion de la production plutôt qu'à des procédés et à des techniques qui entraîneraient des économies d'énergie. Puisque l'investissement pour augmenter les ventes semble avoir la préférence, les investissements dans les techniques d'économie d'énergie n'augmenteront que s'ils sont encouragés par des stimulants financiers supplémentaires.

Le groupe d'étude doit déterminer les possibilités techniques et industrielles rentables en matière d'économie d'énergie. En théorie, si une technique est rentable, le marché l'adoptera. Cependant, à cause de l'influence contraire de ceux qui bénéficient de l'approvisionnement en énergie (et, ainsi, de la consommation d'énergie) et aussi à cause des obstacles

financiers et administratifs à la mise en application de techniques d'économie d'énergie, le marché a un intérêt comparativement limité pour les économies d'énergie. Ces facteurs empêchent d'atteindre un niveau d'économie d'énergie suffisant pour répondre à l'intérêt national. Par conséquent, des incitations financières et d'autres incitations sont nécessaires pour accélérer l'adoption de techniques d'économie d'énergie.

Les contraintes relatives à l'information et à la communication
Le manque de données détaillées, fiables et à jour sur leur rendement technique et leur rentabilité est un autre obstacle à l'adoption générale des techniques d'économie d'énergie. L'absence de cette information peut inciter les particuliers et les industries à reporter les investissements à cet égard s'ils croient que ces techniques sont prématurées, inefficaces, dangereuses, ou encore trop coûteuses pour les économies qu'elles entraînent.

La communication inefficace à ce sujet est un autre empêchement. Bien que les gouvernements à tous les niveaux, les services d'électricité et autres aient distribué beaucoup d'information, le consommateur a encore besoin d'être éclairé à ce sujet. Une grande partie de la population ne croit pas encore que le Canada fait face à une crise de l'énergie. Un observateur a fait le commentaire suivant : « Il est courant d'attribuer la faillite des campagnes d'information du public à l'apathie générale, mais il est fort possible que le client visé soit moins coupable de n'avoir pas tenu compte du message que le communicateur qui a pu transmettre des messages ennuyeux et incompréhensibles par des moyens mal choisis. »[7]

Les programmes d'économie d'énergie doivent répondre aux besoins de renseignements précis du consommateur quant aux raisons pour lesquelles il doit investir dans ces techniques et quant à la manière de le faire. Si plus de consommateurs étaient au courant des économies d'énergie considérables qui pourraient être réalisées, ils prendraient les mesures nécessaires pour adopter ces techniques. Des programmes de commercialisation conçus et mis en application par des spécialistes dans les stratégies et les méthodes pour inciter les gens à l'action constitueraient donc la méthode la plus efficace pour informer le public.

Plusieurs entreprises industrielles font état de frustrations et de désillusions quant aux programmes actuels du gouvernement destinés à encourager l'adoption de techniques d'économie d'énergie. Les industries manquent fréquemment de renseignements précis concernant les objectifs des programmes, les critères d'admissibilité, les moyens d'application et les possibilités d'économie qui en résultent. En outre, plusieurs sociétés signalent que les difficultés administratives importantes et les longs délais survenus, lorsqu'ils ont voulu bénéficié de ces programmes, les ont incitées à retirer leur participation. Selon les critiques recueillies par le groupe d'étude, la réglementation excessive nuit à plusieurs programmes tandis que des contrôles trop rigides et un manque de coordination nuisent à certains autres. C'est la raison principale pour laquelle l'industrie préconise l'utilisation d'encouragements fiscaux plus généraux et d'autres mesures semblables plutôt que des subventions spécifiques et des programmes étroitement administrés par le gouvernement.

Le manque de personnel qualifié
Le manque de personnel hautement spécialisé et qualifié pour mettre au point et appliquer les techniques d'économie d'énergie est un autre obstacle qui s'applique à tous les domaines des économies d'énergie, mais un exemple du secteur du bâtiment servira d'illustration.

Les constructeurs et les hommes de métier ont eu peu d'expérience et de formation dans les nouvelles techniques de la construction qui donnent un bon rendement énergétique. Il faut beaucoup d'attention pour installer correctement un pare-vapeur et prévenir l'infiltration d'air. Plusieurs hommes de métier n'ont pas les connaissances nécessaires à la mise en application des mesures d'économie d'énergie. Une maison bien étanche à l'air

exige un contrôle de la ventilation, mais cette technique n'est pas bien connue dans toute l'industrie. En outre, il n'existe actuellement aucun établissement pour former les architectes, les ingénieurs et les ouvriers de la construction quant aux méthodes appropriées de conversion. La pratique courante d'accorder la sous-traitance au plus bas soumissionnaire, avec des critères de rendement technique limités, n'incite pas à accorder une attention particulière aux détails d'économie d'énergie. Des exemples semblables du besoin de formation spécifique peuvent être relevés dans les secteurs de l'industrie des transports.

L'absence de porte-parole de l'industrie
La promotion de l'utilisation de techniques d'économie d'énergie est limitée par le fait qu'il n'existe pas une représentation unique pour les entreprises de fabrication de matière destiné aux économies d'énergie et pour celles qui fournissent des services dans ce domaine. À l'heure actuelle, un grand nombre d'entreprises de fabrication, de grossistes et de détaillants fournissent des installations et du matériel, pendant que d'autres groupes d'entreprises s'occupent de services de diagnostic, de mise en place et d'entretien. Bien que l'absence d'une association générale pour représenter ces fabricants et leur servir de porte-parole pose un problème, on estime que toute tentative de former une association n'est pas pratique, au moins pour le moment.

En l'occurrence, le rôle du gouvernement devrait être d'assurer que l'information transmise au public soit exacte. Un autre rôle serait de fournir une aide administrative et financière pour la diffusion de l'information technique liée aux économies d'énergie. Certaines nouvelles entreprises offrent des services complets en matière d'énergie (vérification, conception, matériel, installation et entretien). D'autres entreprises se spécialisent et offrent une large gamme de produits qui permettent d'économiser l'énergie et qui s'adressent à un secteur particulier de l'économie. Ces entreprises favorisent effectivement la diffusion et la mise en marché de techniques d'économie d'énergie et devraient donc être encouragées.

Les différences régionales
Les circonstances varient suivant les régions et les localités. Ce fait est un autre empêchement majeur à la diffusion efficace des techniques d'économie d'énergie. Il est important de faire en sorte que les mesures prises en vue de l'application des techniques soient assez flexibles pour tenir compte des différences régionales. Par exemple, certaines régions disposent de grandes quantités d'électricité. Dans d'autres régions, l'électricité est très chère. Puisque les conditions climatiques varient largement au Canada, il est nécessaire de prendre en considération les différences régionales dans la conception des nouveaux immeubles et lors du réaménagement des immeubles existants.

Le rôle des gouvernements

La direction
Le groupe d'étude reconnaît que la mise en oeuvre de stratégies visant à économiser l'énergie et à adopter les techniques connexes est un problème complexe qui exigera des modifications dans la nature de nos structures sociales, économiques et politiques. Ces changements ne s'opéreront qu'avec des objectifs bien définis et bien présentés au public et ils exigeront du temps.

La mise en oeuvre de ces modifications dépendra de la volonté politique des gouvernements à tous les niveaux. Ils devront faire preuve d'initiative et fournir la motivation nécessaire pour renverser les obstacles financiers et administratifs qui, actuellement, empêchent l'introduction des stratégies et des techniques d'économies d'énergie.

Les gouvernements voient de nombreux avantages dans l'exploitation de l'aspect approvisionnement de l'équation énergétique, soit les taxes, la balance des paiements, les possibilités d'emploi et autres. Ils n'apprécient pas à leur juste valeur les avantages politiques, économiques et sociaux qui peuvent découler des économies d'énergie ; l'augmentation du revenu disponible des consommateurs n'en est pas le moindre. Par conséquent, les gouvernements devraient connaître tous ces avantages et être en mesure de prendre la direction des changements nécessaires à effectuer.

L'utilisation des fonds publics
En encourageant et en finançant les économies d'énergie, le rôle du gouvernement doit être bien justifié et vu comme une utilisation prudente et équitable des fonds publics.

À court terme et dans les circonstances actuelles, le gouvernement fédéral subventionne le coût du pétrole brut importé. Naturellement les économies d'énergie ne visent pas seulement à économiser le pétrole. Cependant, comme les formes d'énergie peuvent fréquemment être substituées, les économies des autres sources d'énergie contribuent souvent à alléger le trésor fédéral du fardeau des subventions aux importations de pétrole. En l'occurrence, une incitation financière n'est pas plus onéreuse pour les contribuables que des subventions accordées à l'importation du pétrole.

Pour éviter des dépenses supplémentaires au gouvernement fédéral, les programmes d'incitation financière pour encourager les économies d'énergie pourraient être structurés de manière que le montant du stimulant corresponde au montant que le gouvernement fédéral épargnerait pendant une certaine période sur la subvention accordée au pétrole importé (ou à l'équivalent énergétique du pétrole). La compensation versée par le trésor fédéral au pétrole importé serait réduite par suite des économies d'énergie. Étant donné que les consommateurs seront les principaux bénéficiaires de la baisse des coûts de l'énergie, ceux-ci devraient s'attendre à payer la plus grande partie du coût des techniques d'économie d'énergie. L'incitation financière du gouvernement devrait donc toujours être inférieure au coût total de la mise en application de la technologie.

Conclusions spécifiques
L'adoption plus générale de techniques d'économie d'énergie n'est pas empêchée par le manque de techniques appropriées, mais par des contraintes financières et administratives. Les conclusions et les recommandations suivantes, qui ont trait à des secteurs spécifiques, indiquent certaines façons d'atténuer ces contraintes.

Le secteur du bâtiment
Pour accélérer l'adoption de mesures qui augmentent le rendement énergétique dans le secteur résidentiel et commercial, le groupe d'étude conclut que des incitations financières provisoires sont nécessaires. Elles pourraient se traduire par des prêts sans intérêt (comme en Saskatchewan) ou par des prêts à des taux d'intérêt réduits, pour aider les constructeurs et les entrepreneurs (dans le cas de nouveaux immeubles), et les propriétaires (pour les immeubles existants), à contrebalancer le coût de la mise en application des techniques d'économie d'énergie.

Ces incitations financières devraient être en vigueur pendant une période suffisante pour démontrer les avantages d'adopter des techniques d'économie d'énergie et pour former les concepteurs, les hommes de métier, les inspecteurs et le personnel de la construction. La période devra également permettre de déterminer les niveaux de rendement énergétique satisfaisants. On devrait remettre à plus tard le soin de déterminer si ces niveaux de rendement souhaitables devraient être éventuellement incorporés dans des normes obligatoires, reconnues par un système d'étiquetage du rendement ou simplement servir de lignes directrices. La période devra être assez longue pour que les acheteurs soient mis au courant de la valeur des appareils d'économie d'énergie, que les vendeurs puissent annoncer les statistiques de rendement énergétique de leurs immeubles et que les niveaux de rendement annoncés soient attestés.

Le fait d'adopter des techniques d'économie d'énergie dans les nouveaux immeubles, et de tenir compte de leur rendement, permettrait, avec le temps, de prédire exactement l'avantage financier que l'utilisateur pourrait retirer de ces techniques. Lorsque ces techniques pourraient entraîner des économies importantes, des programmes de démonstration pourraient faire l'objet d'une aide financière pour encourager l'adoption générale de ces techniques.

En général, les propriétaires et les opérateurs ont les connaissances et les compétences nécessaires pour évaluer les perspectives d'économie d'énergie pour les nouveaux immeubles commerciaux.

Le principal obstacle à l'investissement réside dans le fait que la personne qui investit n'est pas celle qui retire les avantages (à l'exception des immeubles occupés par les propriétaires). Le locataire ne tient généralement pas compte du produit offert en insistant sur le coût de l'énergie, surtout lorsqu'il s'agit d'un bail où le locataire paye tous les coûts d'occupation. (Le total des coûts de l'énergie peut être important, mais ces coûts sont habituellement inférieurs à 1 p. 100 du total des dépenses commerciales ou inférieurs à 3 p. 100 du coût total du bail.)

En général, les acheteurs de maisons ne possèdent pas les renseignements nécessaires pour évaluer facilement l'efficacité énergétique d'une habitation. Ils ne connaissent même pas les raisons qui peuvent justifier, du point de vue économique, l'efficacité énergétique. Cependant, cette généralisation ne s'applique pas à la Saskatchewan. Une analyse des programmes qui ont sensibilisé le public à l'efficacité énergétique dans cette province devrait être entreprise avant d'établir des programmes d'information pour le reste du Canada.

Les difficultés suscitées par la mousse isolante à l'urée formol et par les pratiques commerciales malhonnêtes de certaines entreprises ont créé un doute sérieux chez le public envers les entreprises qui fournissent à la fois le matériel et les services et qui promettent une réduction de la consommation d'énergie. Pour cette raison, la cause des économies d'énergie a été temporairement retardée. Pour corriger cette situation, il faudrait que les services de diagnostic et de vérification énergétique soient effectués par des entreprises fiables, indépendantes et non associées aux entreprises qui se spécialisent dans l'installation d'appareils d'économie d'énergie. Quelques entreprises de ce genre commencent à apparaître. Cette tendance devrait être encouragée. Il existe donc des possibilités importantes pour des entreprises fiables et reconnues qui offriraient des services de diagnostic aux propriétaires qui désireraient mesurer l'efficacité énergétique de leur demeure en utilisant des techniques telles que l'analyse thermographique ou l'infiltrométrie. Cette technique consiste à détecter l'infiltration d'air pour ensuite fournir de l'information sur les mesures à prendre pour corriger les problèmes.

En outre, pour sensibiliser le public aux avantages des techniques d'économie d'énergie, les gouvernements devraient assurer la disponibilité, ou subventionner les coûts, des services de diagnostic et de vérification dans les résidences. Le Québec et l'Ontario fournissent des services de vérification par le biais des services publics d'électricité. Il serait désirable que les renseignements ainsi recueillis puissent être conservés dans une banque de données aux fins d'analyse et de planification. Il faudrait aussi que les matériaux utilisés soient éprouvés et certifiés quant à leur sûreté et à leur efficacité.

Certaines techniques, procédés et méthodes d'économie d'énergie sont déjà disponibles dans le secteur de la construction. Ce qui est approprié dépend du type d'immeuble ; c'est-à-dire s'il s'agit d'un nouvel immeuble ou d'un immeuble existant qui a besoin de transformation.

Les techniques les plus prometteuses pour économiser l'énergie dans les immeubles résidentiels sont celles qui réduisent les exigences de chauffage, de ventilation et de climatisation en produisant des carcasses étanches à l'air et bien isolées, soit dès la construction ou par des méthodes de transformation par la suite. Au Canada, on a mis l'accent sur l'amélioration du niveau d'isolation des maisons, mais peu d'efforts ont été apportés à réduire l'infiltration d'air. Des méthodes très simples sont déjà connues pour obtenir l'étanchéité à l'air et résoudre les problèmes liés à l'élimination des odeurs, des substances toxiques contaminantes et de l'humidité, tout en réduisant autant que possible la perte de chaleur. L'équipement nécessaire à cette fin est facilement disponible. Le défi à relever consiste à diffuser ces techniques. Des possibilités industrielles pourraient ainsi s'ouvrir au Canada.

À mesure que les résidences existantes sont transformées et que les nouvelles maisons sont construites selon des normes de très haute efficacité énergétique, de plus petits systèmes de chauffage, de ventilation et de climatisation seront nécessaires pour faire en sorte que les immeubles ne soient pas seulement efficaces, mais aussi qu'ils soient propices à la santé des occupants. La mise au point, la fabrication et la commercialisation de tels systèmes offrent d'autres perspectives techniques et commerciales intéressantes pour l'industrie canadienne.

Les petits édifices commerciaux présentent les mêmes possibilités d'amélioration de l'efficacité énergétique que les résidences particulières. Les demandes diverses d'utilisation d'énergie exigent que l'accent soit mis sur des systèmes de commande intégrés et automatiques, sur le chauffage de l'eau et sur l'équipement commercial. Dans les grands immeubles existants, l'attention devrait d'abord être accordée à l'éclairage, car c'est le secteur qui présente les plus grandes possibilités d'économie d'énergie. Les systèmes de commande de l'équipement de chauffage, de ventilation et de climatisation viennent ensuite.

Pour ce qui est de la construction des grands immeubles commerciaux, il faut d'abord mettre l'accent sur l'éclairage et, par ordre d'importance, sur l'étanchéité de la carcasse, sur les systèmes de climatisation et sur les techniques de récupération de la chaleur.

Le secteur des transports

Il y a deux moyens fondamentaux d'économiser l'énergie dans le secteur des transports. L'un consiste à augmenter le rendement énergétique de tous les modes de transport tandis que l'autre vise à encourager le public à utiliser des modes de transport (par exemple les trains et les autobus) qui consomment moins d'énergie par rapport à d'autres (par exemple les avions et les automobiles). L'application réussie de ces deux types de mesures peut contribuer d'une manière importante à diminuer la consommation d'énergie au pays.

Les possibilités d'économie d'énergie les plus importantes dans le secteur des transports se présentent dans le domaine où la consommation d'énergie est la plus grande, c'est-à-dire dans le transport routier (surtout par automobile). Des économies importantes peuvent être réalisées dans le secteur des transports par une réduction des dimensions et du poids des véhicules, mais particulièrement des automobiles. On y parviendra par des réduction de la trainée aérodynamique et de la résistance des pneus au roulement ainsi que par l'utilisation d'éléments plus légers, tels que des alliages d'acier légers à haute résistance, de l'aluminium et des plastiques renforcés de fibres.

Des possibilités importantes d'économie d'énergie peuvent également être réalisées en améliorant les moteurs et les systèmes de transmission, tels que les petits moteurs diesels et les transmissions à vitesse variable. Le moteur le plus efficace aux fins du transport est le diesel. L'utilisation accrue du moteur diesel augmenterait les économies d'énergie au Canada et diminuerait la dépendance du pays à l'égard des approvisionnements coûteux et non assurés du pétrole étranger. L'établissement au pays d'une usine de fabrication de moteurs diesels pour les automobiles présenterait des possibilités importantes pour l'expansion industrielle, l'emploi et les exportations.

L'efficacité pourrait également être accrue par l'entretien approprié des véhicules existants. Des programmes d'information peuvent encourager les propriétaires d'automobiles à bien entretenir leur véhicule. Des centres d'inspection et d'entretien peuvent également constituer un autre moyen efficace. Bien que les systèmes de carburation des nouveaux véhicules soient censément à toute épreuve, des vérifications indiquent qu'ils sont mal ajustés. Des règlements devraient être institués en vue de s'assurer que les carburateurs dits « à toute épreuve » le soient effectivement.

Les améliorations les plus marquées au niveau de l'efficacité dans l'industrie de l'aviation résultent de l'augmentation de la densité des sièges et des facteurs de charge ainsi que de la mise au rancart de nombreux avions à consommation inefficace de carburant. Les possibilités les plus importantes de développement au Canada se présentent relativement aux avions spécialisés (souvent petits) et aux turbopropulseurs. Les capacités du pays sont bien en place dans ces domaines.

Cependant, plusieurs des possibilités importantes de mise au point des techniques d'économie d'énergie dans le secteur de l'automobile et du transport aérien ne sont pas du ressort de l'industrie canadienne. Les décisions quant à la conception et à la fabrication sont prises par les sociétés multinationales dont les sièges sociaux sont situés en dehors du pays. Il s'ensuit donc que les possibilités industrielles pour le Canada dans ces domaines dépendent des accords avec les fabricants étrangers quant à la participation à la production et aux mandats d'exclusivité mondiale.

Le secteur du transport en commun, dans lequel le groupe de travail inclut le transport urbain et interurbain par autobus et par train, présente des occasions techniques très importantes pour l'industrie canadienne ainsi que des possibilités très intéressantes d'économie d'énergie. Des économies considérables pourraient être réalisées au Canada en remplaçant les modes de transport moins efficaces du point de vue de l'énergie (surtout les automobiles) par le transport en commun.

Les possibilités techniques sont particulièrement intéressantes dans le transport ferroviaire parce que, contrairement à d'autres domaines, l'industrie canadienne possède les techniques de conception du produit ainsi que le savoir-faire manufacturier pour mettre au point le système complet de transport.

L'acceptation croissante du transport ferroviaire comme un moyen efficace d'économiser l'énergie pour le transport des passagers, ainsi que l'inévitabilité des augmentations futures des prix de l'énergie, suscitent une demande pour des types nouveaux et améliorés de voitures de transport ferroviaire pour passagers. Par exemple, des voitures autopropulsées, capables de fournir un service en tant qu'unités indépendantes sur des lignes de chemins de fer non électrifiées, seront nécessaires pour les couloirs de circulation à densité moyenne. Ces voitures sont connues sous le nom d'autorails. À cet égard, le marché nord-américain présente des possibilités allant jusqu'à un milliard de dollars. Environ le tiers de ce marché se trouve au Canada. Il est important que ces voitures soient mises au point et fabriquées au Canada. Le groupe d'étude estime que si le gouvernement fédéral garantissait la moitié du coût de la mise au point d'un autorail, le secteur privé financerait l'autre moitié.

La mesure dans laquelle les techniques de transport ferroviaire seront mises au point et diffusées dépendra davantage de la politique des transports du gouvernement que de l'appui aux techniques d'économie d'énergie. Néanmoins, il faudrait noter que le transport ferroviaire présente une possibilité importante, non seulement pour l'expansion industrielle, mais également pour les économies d'énergie. Ces faits devraient être reconnus lors de la prise des décisions relatives à la politique des transports.

Les divers niveaux de gouvernement au Canada (municipaux, dans certains cas régionaux, provinciaux et fédéral), ne facilitent pas la coordination des programmes en vue de l'adoption de certaines techniques d'économie d'énergie, particulièrement dans le secteur des transports. Les rues et les systèmes de transport en commun locaux sont sous la juridiction municipale. Les systèmes de transport interurbain et la plupart des routes dépendent des autorités provinciales. Les systèmes de transport à longue distance, par air ou par train, relèvent de la compétence fédérale. Il n'y a pas d'organisme central pour élaborer et coordonner une politique et des programmes de transport efficace des passagers et des marchandises ou pour produire au Canada l'équipement approprié au transport en commun.

L'industrie

L'industrie canadienne a utilisé l'énergie d'une manière plus efficace au cours des dernières années. Le programme d'économie d'énergie préconisé par le groupe d'étude volontaire auquel participent l'industrie et le gouvernement a entraîné des économies importantes. À mesure que les prix du pétrole augmentent, l'intérêt pour les techniques d'économie d'énergie augmente également dans le secteur industriel. Le gouvernement fédéral devrait élargir sa politique pour aider l'industrie à améliorer ses programmes d'économie d'énergie.

Bien que les décisions de mettre au point ou d'adopter des techniques d'économie d'énergie soient prises par les utilisateurs, les gouvernements peuvent prendre un certain nombre de mesures pour encourager l'industrie à cet égard. Comme les industries tendent à faire des investissements dans les projets qui augmentent la production plutôt que dans les projets qui visent à économiser l'énergie, les gouvernements devraient établir des mesures fiscales telles que des taux d'intérêt subventionnés et des stimulants fiscaux pour accélérer l'adoption de techniques et de procédés d'économie d'énergie. Ces mesures entraîneraient des investissements plus considérables que les subventions et les amortissements accélérés qui caractérisent les programmes existants d'incitation du fédéral.

Une méthode consisterait à accorder un crédit d'impôt pour toutes les dépenses engagées en vue d'économiser l'énergie. Ce crédit d'impôt serait soumis aux critères des programmes préétablis. Des crédits semblables ont été accordés avec succès à l'exploration du pétrole, à la production de films canadiens et à la R-D.

Une autre incitation serait de subventionner, par l'intermédiaire des établissements financiers existants, des prêts à intérêt réduit à l'intention de projets d'économie d'énergie qui répondent aux critères spécifiés. Nous croyons que les banques consentiraient des prêts pourvu qu'une subvention gouvernementale comble l'écart entre les taux offerts et les taux courants.

Bien que les mesures fiscales doivent être le premier choix en tant qu'incitation, il existe encore un certain besoin de programmes de subventions du gouvernement. Afin qu'ils soient plus efficaces, ils doivent cependant être simplifiés et rationalisés pour éliminer les difficultés soulignées dans le présent rapport.

Les obstacles à l'adoption générale de techniques et de procédés d'économie d'énergie par l'industrie sont essentiellement administratifs. Un exemple précis est la cogénération. Les difficultés sont causées surtout par la relation entre le cogénérateur industriel et les services d'électricité. Les services publics, en général, n'ont pas été actifs dans la promotion de la cogénération, car leur mandat ne les encourage généralement pas ou ne les autorise pas à le faire. Les possibilités de cogénération sont accrues lorsque des excédents d'électricité peuvent être transmis par le cogénérateur, sans restriction ni pénalité, à un service ou à un autre utilisateur.

Si les installations de cogénération pouvaient être financées aux taux d'intérêt réduits dont bénéficient les services publics, ceci inciterait fortement à la production et à l'utilisation accrue d'équipement de cogénération. L'achat de l'énergie produite par cogénération, au prix de production d'énergie des services publics, serait un autre moyen d'incitation pour ces derniers.

Recommandations générales

Le groupe d'étude recommande que:

1. les gouvernements, à tous les niveaux, soient bien informés des avantages politiques, sociaux et économiques qui pourraient résulter de la mise en oeuvre de stratégies et de techniques d'économie d'énergie pour être en mesure de diriger l'orientation de la société dans cette direction ;

2. le gouvernement fédéral remplisse son engagement quant aux économies d'énergie en investissant à cet égard des ressources financières et humaines comparables à celles qu'il investit maintenant en matière d'approvisionnement.

3. étant donné, qu'à court terme, l'adoption des techniques actuellement disponibles est plus importante pour réduire la consommation d'énergie que la recherche-développement de nouvelles techniques, que le gouvernement fédéral accorde la priorité à la diffusion et à la commercialisation des techniques existantes d'économie d'énergie ;

4. le gouvernement fédéral accorde des incitations financières pour aider à réduire le coût des techniques d'économie d'énergie et en accélérer l'adoption. En principe, tous les programmes fédéraux d'incitation financière pourraient être élaborés de manière que le montant de l'incitation soit lié à la subvention fédérale au pétrole importé (ou à l'énergie équivalente en pétrole) épargnée pendant une certaine période. Des stimulants spécifiques sont décrits dans les recommandations relatives à chaque secteur.

5. le gouvernement fédéral appuie des programmes de commercialisation continus et énergiques conçus et mis en oeuvre par des experts, et axés sur l'adoption de techniques d'économie d'énergie. De tels programmes devraient tenir compte des divers besoins régionaux du pays ;

6. le gouvernement fédéral établisse et maintienne des banques de données complètes, exactes et orientées sur les régions en ce qui concerne le rendement technique et économique de techniques spécifiques d'économie d'énergie. Ces banques de données devraient faire l'objet d'une publicité considérable et devraient être faciles d'accès pour les sociétés et les autres utilisateurs ;

7. les organismes gouvernementaux chargés de l'éducation et de la formation accordent une haute priorité aux connaissances et aux compétences nécessaires à la conception, à la fabrication, à l'installation et au fonctionnement des techniques d'économie d'énergie. Ceci comprend une *meilleure* formation ainsi que la formation en plus grand *nombre* de personnel qualifié.

Recommandations relatives aux immeubles

Le groupe d'étude recommande que :

8. pour les immeubles résidentiels et commerciaux, les gouvernements fournissent des prêts sans intérêt (par exemple comme en Saskatchewan) ou à des taux préférentiels par le biais des banques canadiennes ou d'autres établissements de prêts, pour aider les constructeurs et les entrepreneurs (dans le cas de nouveaux immeubles) et les propriétaires (dans le cas d'immeubles existants), afin de compenser pour le coût supplémentaire des techniques approuvées d'économie d'énergie.

9. le gouvernement fédéral étende l'amortissement accéléré pour les dépenses d'immobilisations de l'industrie à l'égard de techniques précises d'économie d'énergie énumérées dans la catégorie 34 du Règlement de l'impôt sur le revenu pour inclure les techniques d'économie d'énergie relatives aux nouveaux immeubles commerciaux et aux immeubles existants ;

10. les gouvernements établissent et fassent connaître des normes de rendement énergétique pour tous les immeubles commerciaux et utilisent des incitations financières et des pénalités pour encourager leur mise en application.

11. les gouvernements exigent que l'information concernant la consommation annuelle des immeubles résidentiels ou commerciaux déjà existants soit transmise aux acheteurs ;

12. a) pour augmenter la sensibilisation du public aux avantages des techniques d'économie d'énergie dans les résidences, les gouvernements assurent la disponibilité des services de diagnostic et de vérification de l'efficacité énergétique, ou en subventionnent les coûts ;
b) pour assurer la santé et la sécurité du consommateur, les services de prestation de la vérification, du diagnostic et du rattrapage soient autorisés par les organismes pertinents habilités à accorder des permis ;

13. a) le rendement des matériaux utilisés pour les économies d'énergie soit attesté par l'Office des normes générales ou les Laboratories des assureurs du Canada ou par d'autres organismes reconnus de vérification ; et
b) des étiquettes indiquant l'efficacité énergétique soient apposées aux matériaux et aux produits utilisés pour les économies d'énergie.

Recommandations relativement au transport

Le groupe de travail recommande :

14. l'établissement par le gouvernement fédéral d'un comité de transport fédéral-provincial-municipal pour formuler et coordonner des politiques et des programmes qui inciteront les voyageurs à remplacer la voiture par des modes de transport à meilleur rendement énergétique et qui favoriseront l'acquisition de matériel approprié en s'adressant à des fabricants canadiens ;

15. a) que pour démontrer que l'existence d'un service passager par chemin de fer à grande fréquence entraînerait une augmentation du taux d'utilisation, le gouvernement lance dans l'immédiat un programme de démonstration selon lequel un tel service serait établi entre deux villes moyennes ou grandes, en recourant à des trains de passagers, rapides et modernes, et circulant sur des voies entretenues selon les normes canadiennes actuelles ;
b) qu'en fonction des résultats du projet discuté ci-dessus, le gouvernement établisse des moyens modernes de transport ferroviaire de passagers dans les corridors interurbains jusqu'à 750 km de distance, quand les possibilités de trafic justifient l'investissement ;

16. que le gouvernement fournisse à l'industrie une aide financière pour couvrir jusqu'à 50 p. 100 des coûts pour la mise au point d'un nouvel autorail diesel ;

17. étant donné que les économies immédiates en matière de consommation d'énergie peuvent être importantes, que les gouvernements :
a) prêtent leur aide à un programme de sensibilisation du public et d'aide technique relative au bon entretien des véhicules à moteurs ;
b) créent des règlements pour interdire le mauvais réglage des carburateurs à toute épreuve ;

18. que le gouvernement fédéral aide le secteur privé à examiner la possibilité de la fabrication et de la commercialisation au Canada d'un petit moteur d'automobile de type diesel pouvant être vendu sur tous les marchés intérieurs et extérieurs ; et

19. qu'en fonction du lien qui existe entre la consommation d'énergie et le poids des véhicules, le gouvernement fédéral encourage les fabricants canadiens de véhicules et de pièces à mettre au point et à utiliser des matériaux plus légers pour la réalisation de tous les divers moyens de transport.

Recommandations pour l'industrie

Le groupe de travail recommande que :

20. le gouvernement fédéral fournisse des stimulants financiers en vue d'encourager et d'aider l'industrie à adopter des techniques d'économie de l'énergie. Vu le nombre, la diversité et les besoins particuliers des entreprises appartenant au secteur industriel, ces mesures d'encouragement devraient être suffisamment variées

pour donner à l'industrie un choix de moyens possibles d'appui. Les programmes suivants devraient être rendus accessibles aux entreprises industrielles, afin que ces dernières puissent choisir celui qui convient le mieux à leurs besoins particuliers. Le gouvernement fédéral devrait donc faire ce qui suit :
a) garder l'option de la déduction accélérée actuelle pour les dépenses en capital relatives aux techniques particulières d'économie d'énergie figurant dans la catégorie 34 du Règlement de l'impôt sur le revenu ;
b) offrir la possibilité d'obtenir un crédit fiscal remboursable en un seul versement, à l'égard des dépenses en capital relatives aux techniques approuvées d'économie de l'énergie ; cette mesure sera administrée dans le contexte du système de l'impôt sur le revenu ;
c) présenter une autre possibilité de prêts subventionnés à des taux d'intérêts préférentiels à offrir par l'entremise de banques canadiennes ou d'autres institutions de prêts, pour des investissements dans des techniques approuvées d'économie de l'énergie ;

21. le gouvernement fédéral, en consultation avec l'industrie, entreprenne un examen détaillé de ses programmes d'encouragement à l'appui des économies de l'énergie dans l'industrie, afin d'accroître leur utilité ainsi que leur accessibilité ; et

22. les gouvernements favorisent l'emploi de la cogénération industrielle par les moyens suivants :
a) en offrant des stimulants financiers de manière que les installations de cogénération puissent être financées au taux d'intérêt préférentiel dont les entreprises de services publics bénéficient actuellement ;
b) en encourageant les services publics à enlever les restrictions et les pénalités relativement à l'emploi de l'électricité produite par cogénération ; et
c) en encourageant les services publics à acheter de l'électricité produite par cogénération à un prix correspondant à leur propre coût de production de l'électricité.

Notes bibliographiques

Résumé et recommandations de l'exécutif

1 Énergie, Mines et Ressources Canada, *Le programme énergétique national*, Ottawa, 1980, p. 73.

2 Comité spécial de l'énergie de remplacement de pétrole, *Les énergies de remplacement*. Ottawa, 1981, p. 61.

3 Acres Consulting Services Limited, *A Study of the Potential for Energy Conservation in Canadian Industry*. Préparé pour Énergie, Mines et Ressources Canada.

4 Middleton, Peter, *The Industrial Impacts of Conservation and Renewable Energy*. Présenté au Canadian National Energy Forum, Ottawa, le 10 novembre 1981.

5 Energy Research Advisory Board, *Federal Energy R&D Priorities*, Washington, D.C., novembre 1981, p. 29.

6 Ministère d'État chargé des Sciences et de la Technologie. *La planification, la programmation et les politiques en matière de recherche-développement*, Document explicatif 13, Ottawa, janvier 1981, p. 26.

7 Vertinsky, Patricia, « The Use of Mass Communication Strategies to Promote Life-Style Change: The Case of Energy Conservation in Canada » Peter N. Nemetz (ed.) *Energy Policy: The Global Challenge*, Toronto, 1979, p. 397.

1

L'utilisation et l'économie de l'énergie

L'utilisation de l'énergie

Pour exposer la situation quant à ce rapport et à ses recommandations, nous présenterons un bref examen des habitudes de consommation de l'énergie et de ses modes d'approvisionnement pour faire ressortir le rôle considérable de l'énergie dans les activités économiques canadiennes et pour souligner l'importance d'économiser nos ressources énergétiques.

À la fin de 1973, lorsque les pays membres de l'Organisation des pays exportateurs de pétrole (OPEP) ont réduit les expéditions de pétrole et unilatéralement fixé le prix à un niveau beaucoup plus élevé, la plupart des pays industrialisés du monde se sont trouvés face à la double perspective d'avoir à payer davantage pour le pétrole sans que l'approvisionnement en soit assuré. Cette situation a été aggravée par la révolution iranienne à la fin de 1978 et par le conflit entre l'Irak et l'Iran. Ces événements ont eu pour résultat de réduire la production mondiale de pétrole d'environ 8 millions de barils par jour.

Pour compliquer la situation au Canada, l'économie, largement dépendante des ressources non renouvelables, consommait l'énergie à des taux croissants. En outre, on s'est inquiété au cours des dernières années de l'étendue des réserves de pétrole et de gaz du Canada et de la capacité du pays de répondre à ses besoins énergétiques tout en approvisionnant des marchés d'exportation considérables.

Entre 1973 et 1979, la consommation totale d'énergie primaire des pays membres de l'Agence internationale de l'énergie (AIE) a augmenté à un taux annuel moyen de 1,2 p. 100, donc une baisse comparativement au taux moyen de croissance de 5,6 p. 100 par année entre 1968 et 1973. Le ralentissement de la demande d'énergie est survenu dans tous les pays membres de l'AIE, en partie à cause de la mise en application de mesures d'économies d'énergie. Le taux de croissance annuelle de la consommation d'énergie primaire au Canada est passé de 6,9 p. 100 pour la période de 1968-1973, à 2,2 p. 100 pour la période 1973-1979 soit 1 p. 100 de plus que la moyenne de l'AIE. La consommation totale de pétrole dans les pays de l'AIE n'a augmenté que de 0,7 p. 100 pour la période 1973-1979 (1,0 p. 100 au Canada) comparativement à 7,5 p. 100 pour les années 1968-1973 (5,3 p. 100 au Canada).[1]

La consommation énergétique par habitant au Canada est une des plus élevées au monde. Selon les données de l'AIE, sous certains rapports, le Canada est l'un des utilisateurs d'énergie les moins efficaces parmi les pays les plus importants de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE). À la figure 1:1, l'efficacité est mesurée par la position relative de chaque pays en regard de la ligne diagonale qui représente le revenu moyen par apport énergétique pour tous les pays de l'OCDE. Selon le tableau, la Suisse est l'utilisateur le plus efficace d'énergie (relativement au revenu) tandis que le Canada est le moins efficace.

Les caractéristiques spéciales et prédominantes de la structure industrielle du Canada, sa population clairsemée, sa vaste étendue géographique et son climat peuvent expliquer son inefficacité dans le secteur de l'utilisation de l'énergie. Cependant, selon une étude récente de la Banque Royale du Canada, on estime que ces explications et ces arguments ne sont pas satisfaisants. D'après les conclusions de l'étude :

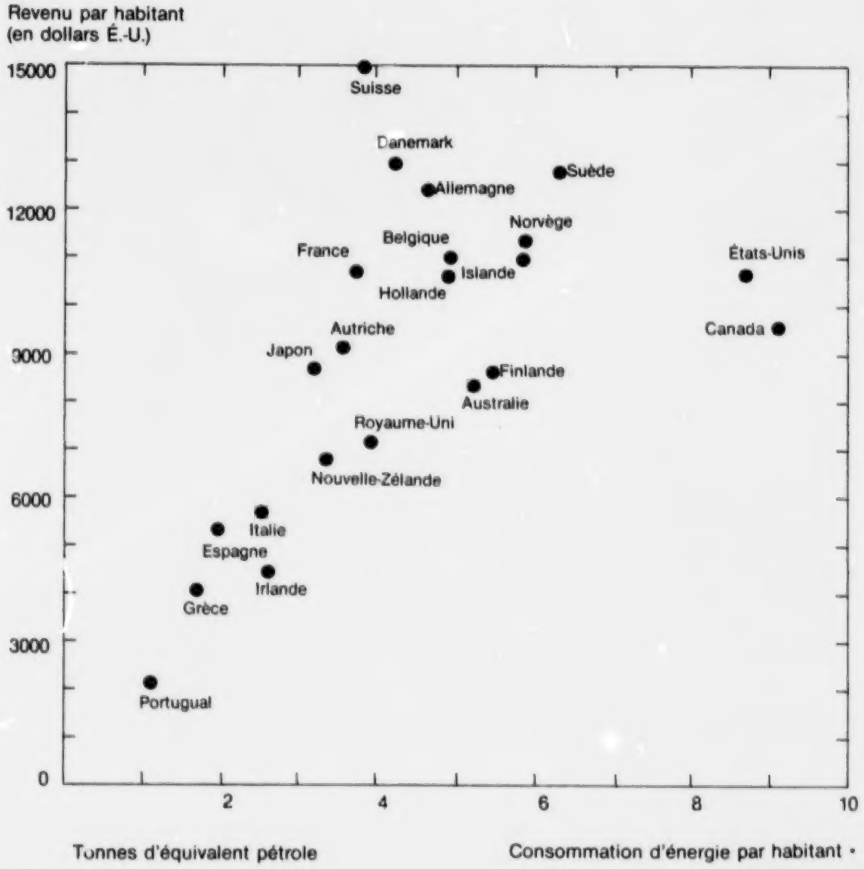
« Il semblerait que des facteurs spéciaux ne fournissent pas une explication adéquate de l'écart considérable du rapport rendement/énergie du Canada et celui de la plupart des plus importants pays industrialisés. En même temps, il est difficile de ne pas conclure qu'il existe un lien étroit entre l'efficacité d'utilisation de l'énergie et le prix de l'énergie (. . .) plus le prix relatif est élevé, plus l'efficacité relative d'utilisation est élevée. »[2]

Dans un document présenté à la Conférence sur les questions énergétiques internationales à Cambridge (Angleterre) en juin 1980, Steven Diener, économiste principal, *Acres Consulting Services Limited*, a également fait des commentaires sur les différences importantes de l'efficacité énergétique dans tous les secteurs d'utilisation finale entre les pays nord-américains (spécifiquement le Canada) et les autres pays industrialisés. Il a déclaré ce qui suit :
« Pour ce qui est des causes de cette différence, on constate que le climat et la géographie ont moins d'importance que les prix du combustible et de l'électricité ainsi que la diffusion de ce qu'on appelle les meilleures techniques. »[3]

Les accords récents sur la fixation des prix conclus entre le gouvernement fédéral et les provinces productrices de pétrole ont permis d'amorcer le processus d'élimination des contraintes que le coût peu élevé de l'énergie exerçait sur son économie, puisque maintenant les prix augmenteront au cours des années à venir.

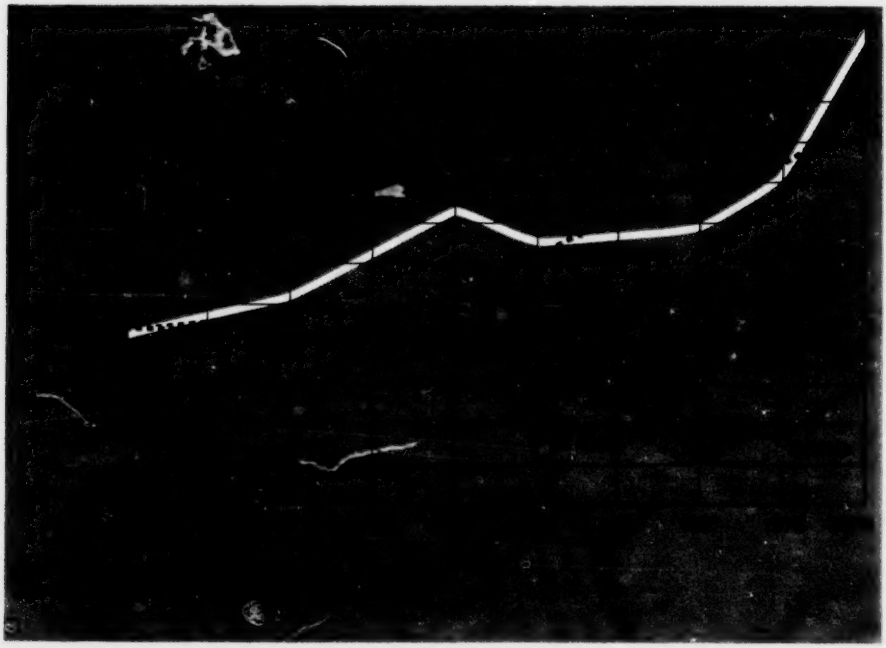
On ne peut cependant dire que le prix est le seul facteur déterminant du taux de la consommation de l'énergie, ou de son économie au Canada. L'économiste Donald Dewees a écrit dans un document récent :
« Les faits qui démontrent que des prix plus élevés réduisent la consommation d'énergie ne prouvent pas que d'autres politiques ne soient pas nécessaires, mais seulement que les prix eux-mêmes ont un rôle à jouer. »[4]

Figure 1:1



Source: L'Observateur de l'OCDE, mars 1981.

Figure 1:2 Commerce des produits énergétiques du Canada (en dollars) 1970-1979



La politique du gouvernement et les mesures prises pour encourager les économies d'énergie créent un climat qui peut accroître le taux d'expansion des marchés des produits et des services relatifs aux économies d'énergie. L'actuelle politique du gouvernement est utilisée efficacement pour encourager l'accroissement des approvisionnements d'énergie (par exemple, les subventions à la R-D nucléaire et les stimulants fiscaux pour l'exploration du pétrole et du gaz). Le gouvernement devrait encourager les économies d'énergie ainsi que la mise au point et la diffusion des techniques connexes en y affectant les mêmes ressources humaines et financières qu'il investit actuellement pour assurer l'approvisionnement en énergie.

L'approvisionnement en énergie

En étudiant la question énergétique, il convient de rappeler que la position du Canada face à la plupart des autres pays est quelque peu exceptionnelle. Vers la fin des années 60, le Canada est devenu un exportateur net d'énergie et, en dollars, nos exportations de gaz naturel et d'électricité excèdent actuellement nos importations de pétrole et de charbon. En 1979, le commerce canadien des produits énergétiques a entraîné une balance d'exportation nette de 3 844 millions de dollars.

Bien que le Canada dépende actuellement du pétrole importé pour environ 25 p. 100 de sa consommation totale, il possède une abondance de ressources énergétiques et, comme on l'a souligné dans le Programme énergétique national en 1980, le Canada a la possibilité d'atteindre l'autarcie en matière d'énergie.

« Le Canada produit plus d'énergie qu'il n'en faut pour remplacer entièrement les importations de pétrole et en avoir assez pour l'exporter s'il le veut. Nous disposons d'un excédent appréciable de capacités dans la production de gaz naturel et d'électricité, et d'un potentiel considérable en matière de charbon et d'énergie renouvelable. Moyennant des efforts résolus pour restreindre la demande d'énergie, ce qui nous donnera le temps de développer de nouvelles sources d'énergie, notre capacité d'autosuffisance pourrait être maintenue pendant tout l'avenir prévisible. »[5]

Il est également important de suivre les tendances dans les sources d'approvisionnement en énergie, c'est-à-dire les contributions relatives apportées par chacune des formes d'énergie primaire au Canada. Bruce Wilson souligne cette évolution dans une étude préparée par l'Institut canadien de politique économique :
« À l'époque de la confédération, les Canadiens tiraient du bois plus de 90 p. 100 de leurs approvisionnements en énergie inanimée. En 1900, le charbon et le coke étaient devenus les plus importantes source d'énergie, fournissant directement plus de la moitié de l'énergie consommée au Canada. L'apport d'énergie provenant de ces sources a continué de s'accroître au cours des années 20 lorsque le charbon et le coke ont dominé nettement toutes les autres formes d'approvisionnement en énergie et que le bois, comme source d'énergie, est tombé au-dessous de 20 p. 100 de la consommation totale. À partir de cette époque, l'apport du pétrole et des produits connexes s'élevait à 10 p. 100 de l'énergie consommée, soit déjà le double de l'énergie fournie par l'électricité et le gaz naturel.

« Encore en 1950, le charbon et le coke fournissaient près de la moitié de l'énergie utilisée au Canada. Cependant, à cette époque, l'apport du pétrole et de l'électricité avait dépassé celui du bois, le pétrole et le gaz naturel s'étant emparés d'un peu plus de 30 p. 100 du marché total. Dans une très courte période, leur part du marché surpassait celle du charbon et du coke et en 1960, ils fournissaient plus de la moitié de l'énergie utilisée au Canada (. . .)

« Ainsi, en l'espace de 100 ans, le Canada est passé de l'autonomie fondée sur des sources essentiellement renouvelables d'énergie (bois) à la dépendance de combustibles fossiles non renouvelables, d'abord le charbon, et ensuite le pétrole et le gaz, auxquels s'ajoute dans une certaine mesure l'électricité produite par l'énergie hydraulique et nucléaire. »[6]

Cette dépendance des formes d'énergie non renouvelables est illustrée clairement au tableau 1:1. En 1980, la consommation intérieure nette d'énergie par source au Canada était la suivante :

Tableau 1:1

Source	Pourcentage
Produits de pétrole et gaz de pétrole liquéfiés	54,9
Gaz naturel	23,8
Électricité (hydraulique et nucléaire)	17,1
Charbon et produits de charbon	3,5
Vapeur (surtout nucléaire)	0,6

Source : Statistique Canada, *Bulletin trimestriel — Disponibilité et écoulement d'énergie au Canada, 1980: IV*, pp. 4-5.

La consommation d'énergie primaire et secondaire au Canada pour chacun des principaux secteurs économiques est illustrée ci-dessous au tableau 1:2.

Tableau 1:2
Énergie primaire et secondaire, 1980

Secteur	Terajoules	Pourcentage
Résidentiel, commerce et autres institutions	1 969 882	32,0
Industriel*	1 948 447	31,6
Transport	1 928 455	31,3
Agriculture	189 592	3,1
Administration publique	121 472	2,0
Usage énergétique - écoulement final	6 157 848	100

*comprend les industries forestières, minières, de fabrication et de la construction.

Source : Statistique Canada, *Bulletin trimestriel - Disponibilité et écoulement d'énergie au Canada, 1980: IV*, pp. 10-11.

La demande de services d'énergie au Canada est illustrée ci-dessous au tableau 1:3 qui révèle que la moitié de l'énergie utilisée au Canada est appliquée à des fins de chauffage.

Tableau 1:3
Demande prévue de services d'énergie au Canada, 1981

Fonction	Pourcentage	
Chaleur (locaux, eau chaude, etc.) < de 100°C	30	
Chaleur (y compris la vapeur) > de 100°C	20	
Total pour le chauffage		50
Transport	25	
Commande électrique	12	
Autres - éclairage, procédés électriques spécialisés, climatisation	13	
Total de la demande de services d'énergie*		100

*À l'exclusion des utilisations non énergétiques (charges d'alimentation, etc.) de l'énergie.

Source : Énergie, Mines et Ressources Canada, Bureau des économies d'énergie et des énergies renouvelables, 1981.

Les économies d'énergie

La solution au problème des coûts plus élevés de l'énergie et de l'insécurité des approvisionnements de pétrole repose sur la capacité du pays de mettre au point d'autres sources d'énergie, d'augmenter l'approvisionnement des sources existantes et de réduire la demande et la consommation d'énergie. Les économies d'énergie seront donc réalisées en modifiant les attitudes et les styles de vie concernant l'utilisation de l'énergie et en instaurant des programmes éducatifs qui sensibilisent le public. Les économies d'énergie auront également pour résultat d'améliorer l'efficacité de l'utilisation de l'énergie dans tous les secteurs de l'économie.

De nombreux avantages peuvent aussi découler de la mise en oeuvre d'un solide programme d'énergie. Le Comité spécial de l'énergie de remplacement du pétrole a souligné certains de ces avantages dans son rapport intitulé *Énergies de remplacement*.

« L'énergie conservée représente une catégorie particulière d'énergie de remplacement qui ne dépend pas de l'apport de nouveaux approvisionnements. La conservation représente des économies des dépenses de consommation et d'investissement et contribue à améliorer la balance des paiements en réduisant les importations de pétrole étranger. Il est probable que les programmes de conservation créeront de l'emploi et engendreront des revenus grâce à l'expansion du secteur de l'industrie qui fournit les biens et services de conservation. Une économie orientée vers la conservation ne manquera pas d'avoir d'autres avantages importants et à grande portée et notamment l'autosuffisance énergétique à long terme.

« Les conséquences des décisions et politiques en matière de conservation sont complexes et nombreuses mais, quoi qu'il en soit, un programme de conservation bien conçu peut ralentir le taux de croissance de la demande d'énergie et rendre moins pressant le besoin de trouver des solutions de remplacement à nos sources énergétiques actuelles. Les programmes de conservation et d'approvisionnement énergétique exigent une planification à long terme mais, en faisant gagner du temps, la conservation permet d'augmenter la gamme d'options énergétiques que l'on peut évaluer et adopter. Autrement dit, la conservation peut multiplier les options d'approvisionnement du Canada si nous en saisissons les occasions. »[7]

Les définitions de l'économie d'énergie sont nombreuses. Daniel Yergin, l'un des rédacteurs du rapport sur le projet de l'énergie du *Harvard Business School*, définit trois types d'économie d'énergie : premièrement, la réduction ou les économies réglementées, deuxièmement, la révision en détail, c'est-à-dire le changement dramatique de la manière de vivre et de travailler de la population et, finalement, une forme de rajustement qui est plus acceptable et qui, selon Yergin, est appelée

« *économie productive d'énergie*, qui encourage les changements en capital social et en comportement quotidien de façon à promouvoir des économies d'énergie d'une manière économiquement et socialement acceptable. Le but est de consommer moins d'énergie pour accomplir la même tâche, que ce soit le chauffage d'une maison ou la fabrication d'un accessoire, afin de prévenir une interruption par la suite ». [8]

Dans une étude d'Énergie, Mines et Ressources Canada (EMR), on précise ce qui suit :
« On a défini les économies d'énergie de plusieurs façons, mais toujours l'idée maîtresse était l'utilisation plus efficace des ressources énergétiques. En se fondant sur des critères techniques, économiques et sociaux acceptables, une utilisation plus efficace signifie accomplir une tâche donnée en consommant une quantité moindre d'énergie. » [9]

Contrairement à la croyance de plusieurs, les économies d'énergie ne signifient pas nécessairement la réduction de la consommation ou son absence totale. Comme Denis Hayes le souligne dans *Rays of Hope : The Transition to a Post-Petroleum World :*
« La réduction de la consommation se traduit par une maison froide ; les économies d'énergie se traduisent par une maison bien isolée et un système de chauffage efficace. La réduction de la consommation signifie qu'on abandonne l'automobile, les économies d'énergie signifient qu'on échange un symbole de prestige qui fait 7 milles au gallon pour un véhicule qui fait 40 milles au gallon. Les économies d'énergie n'exigent pas la réduction des services essentiels ; elles exigent simplement la réduction du gaspillage d'énergie. » [10]

Les économies d'énergie prennent plusieurs formes, y compris les suivantes, on peut donc
a) utiliser *moins d'énergie :*
   i) en réduisant le gaspillage d'énergie, et
   ii) en améliorant l'efficacité d'utilisation de l'énergie ;
b) utiliser, si possible, *une énergie de qualité inférieure* plutôt que de *qualité* supérieure ;
c) utiliser de l'*énergie qui autrement serait perdue*.

Par exemple, (a) l'isolation réduit la quantité d'énergie nécessaire au chauffage de locaux ; (b) le verre broyé peut être recyclé industriellement à des températures beaucoup moins élevées qu'exige la production du verre à partir du sable brut ; et (c) un système de chauffage hybride au pétrole et à l'électricité peut utiliser l'énergie des chutes d'eau qui autrement serait perdue aux heures creuses.

Malgré tout ce qui a été fait, le Canada a encore la possibilité d'améliorer l'efficacité de l'utilisation conventionnelle de l'énergie par des moyens généralement acceptables. Une étude récente [11] indique que l'industrie canadienne peut réaliser des économies d'énergie considérables en améliorant l'efficacité avec laquelle elle utilise l'énergie. Entre 1978 et l'an 2000, on estime que l'énergie achetée par le secteur industriel par unité de production pourrait être réduite de 36 à 40 p. 100. Les économies d'énergie ainsi réalisées par l'industrie pourraient se chiffrer à 16 Quads de 1978 à l'an 2000 [12] et ce, dans des délais très courts, relativement à d'autres approches de grande envergure pour augmenter les approvisionnements en énergie.

D'autres possibilités considérables d'économie se présentent dans les secteurs de la construction et des transports. Par exemple, plus d'un tiers du total de 6,8 Quads d'énergie consommée annuellement au Canada est utilisé pour le chauffage et la climatisation des édifices résidentiels et commerciaux. Des économies de coûts et d'efficacité de 35 à 60 p. 100 peuvent être réalisées par l'application des techniques appropriées aux structures nouvelles et existantes.

Comparativement à la mise au point de nouveaux approvisionnements en énergie, les économies d'énergie sont avantageuses à tous les points de vue. Par exemple, une étude récente d'une série de projets d'économie d'énergie dans le secteur industriel, dont l'objet était d'améliorer l'efficacité de 40 p. 100, a indiqué qu'environ 11 milliards de dollars affectés aux économies d'énergie pourraient valoir de 18 à 30 milliards de dollars en nouveaux approvisionnements d'énergie (selon que ces nouveaux approvisionnements proviennent du gaz des régions pionnières ou des projets des sables bitumineux).[13]

Selon un rapport de 1977 d'Énergie, Mines et Ressources Canada[14], un « scénario d'économies d'énergie » révèle que des diminutions importantes des niveaux de consommation d'énergie pourraient être réalisées en 1990 dans chacun des secteurs résidentiel, commercial, industriel et du transport. Selon ce rapport, le taux de croissance annuel de la demande d'énergie au Canada pourrait être réduit et pourrait passer de 3,7 p. 100 annuellement à environ 2 p. 100, ce qui entraînerait une économie annuelle nette d'environ 14,5 milliards (en dollars de 1980) d'ici à 1990.

Notes bibliographiques

Chapitre premier

1 Agence internationale de l'énergie, *Les économies d'énergie : le rôle de la régulation de la demande au cours des années 80*, Paris, 1981, p. 19.

2 « Energy Trends in OECD Countries », *Econoscope*. La Banque royale du Canada, juillet 1981, p. 17.

3 Diener, Steven G., *Comparative Resource Costs and the Economic Limits to Energy Conservation in Canada*. Document présenté à la Conference on International Energy Issues, Cambridge, Angleterre, le 24 juin 1980, p. 3.

4 Dewees, Donald N. « Energy Policy and Consumer Energy Consumption », P. Nemetz (ed.), *Energy Crisis: Policy Response*. Montreal, 1981, p. 137.

5 Énergie, Mines et Ressources Canada, *Le programme énergétique national*, Ottawa, 1980, p. 9.

6 Willson, Bruce F., *The Energy Squeeze: Canadian Policies for Survival*. Toronto, 1980, pp. 3-4.

7 Comité spécial de l'énergie de remplacement de pétrole, *Les énergies de remplacement*. Ottawa, 1981, p. 103.

8 Yergin, Daniel, « Conservation: The Key Energy Source » Robert Stobaugh et Daniel Yergin (eds.), *Energy Future: Report of the Energy Project au Harvard Business School*, New York, 1979, pp. 138-139.

9 Énergie, Mines et Ressources Canada, *Les économies d'énergie au Canada : programmes et perspectives*, Ottawa, 1977, p. 2.

10 Hayes, Denis, *Rays of Hope: The Transition to a Post-Petroleum World*, New York, 1977, p. 87.

11 Acres Consulting Services Limited, *A Study of the Potential for Energy Conservation in Canadian Industry*, préparée pour Énergie, Mines et Ressources Canada.

12 1 Quad ou 10^{15} British thermal units (BTUs) d'énergie équivalent approximativement à 172 millions de barils de pétrole brut. 1 Quad par année équivaut approximativement à ½ million de barils de pétrole par jour.

13 Acres Consulting Services Limited, *op. cit.*

14 Énergie, Mines et Ressources Canada, *Les économies d'énergie au Canada : programmes et perspectives*, Ottawa, 1977, p. 2.

2

La mise au point et la diffusion des techniques d'économie d'énergie

Développement de sources d'énergie
Le gouvernement fédéral a désigné un certain nombre de domaines sur lesquels les efforts devraient être concentrés pour renforcer les capacités technologiques du Canada. Un de ces domaines est le développement de sources d'énergie et leur utilisation. Dans cette vaste sphère se trouve le champ plus spécifique des économies d'énergie.

En 1980, par le Programme énergétique national, le gouvernement s'est engagé à promouvoir les économies d'énergie au Canada. Cet engagement sera réalisé lorsque les investissements du gouvernement fédéral tant du point de vue financier que des ressources humaines seront aussi considérables en matière d'économie d'énergie qu'ils le sont maintenant en matière d'approvisionnement. La politique du gouvernement, la réglementation et les stimulants peuvent favoriser l'expansion des marchés des techniques concernant les économies d'énergie de la même manière qu'ils encouragent maintenant l'accroissement des approvisionnements en énergie (par exemple les subventions à la R-D nucléaire, les allègements fiscaux pour l'exploration du pétrole et du gaz).

À l'heure actuelle, des ressources considérables sont investies pour la mise à contribution de nouveaux approvisionnements en énergie. C'est l'investissement de capitaux le plus important au Canada. Il façonne la structure économique du pays en favorisant les approvisionnements énergétiques aux dépens d'autres besoins. Compte tenu des seules considérations économiques, il est urgent de mettre l'accent sur des programmes d'économie d'énergie et de réduire la demande d'énergie d'une manière socialement et économiquement acceptable. La cause de l'économie d'énergie sera renforcée si elle est considérée comme une source équivalente d'énergie supplémentaire.

Dans une allocution au *Canadian National Energy Forum*, Peter Middleton de *Middleton Associates* réaffirme cette position :
« Les mégaprojets d'économie d'énergie sur le plan national ou provincial peuvent être la manière la plus raisonnable et la plus économique de fournir de nouveaux approvisionnements en énergie. Un mégaprojet d'économie d'énergie semble certainement offrir une excellente manière de distribuer des bénéfices aux localités à travers le pays. (. . .) il est temps cependant d'appliquer le même niveau et le même raffinement de planification et de gestion aux économies d'énergie et aux énergies renouvelables qu'aux mégaprojets »[1]

Dans un rapport de la *United States' Energy Research Advisory Board*, intitulé *Federal Energy R&D Priorities*, on est arrivé à une conclusion semblable :
« Relativement à leur contribution éventuelle à la solution des problèmes énergétiques à court et à moyen termes, il existe un déséquilibre dans l'affectation de fonds à la R-D entre les programmes d'économie d'énergie et ceux qui s'adressent à l'approvisionnement. Il faut réaligner les priorités du budget pour qu'elles correspondent mieux aux possibilités d'améliorer l'efficacité et le rôle unique du gouvernement fédéral dans la R-D des économies d'énergie ».[2]

Malgré les initiatives du gouvernement fédéral en matière de politique et de programmes visant à stimuler et à encourager la recherche-développement, le niveau de la R-D au Canada, exprimé en pourcentage du produit national brut (PNB), continue à être un des plus bas parmi les pays membres de l'OCDE. Une amélioration marquée de l'effort du Canada dans le domaine de la R-D est essentielle à un renversement du rendement de l'économie canadienne. Le gouvernement a reconnu ce fait en établissant un objectif de dépenses pour la recherche-développement équivalant à 1,5 pour cent du produit national brut.

Il existe au pays un bon nombre de facteurs qui gênent les efforts visant à augmenter le niveau de la R-D. Le secteur de la fabrication est relativement limité comparativement aux dimensions du pays dans son ensemble. Il est surtout concentré dans les secteurs où l'utilisation de la R-D est faible. Plusieurs des secteurs de l'économie où la R-D est intense sont caractérisés par un grand nombre de petites entreprises distribuées à travers tout le pays. Ces entreprises doivent habituellement acheter les techniques dont elles ont besoin, car l'exécution *intra muros* de R-D est beaucoup trop coûteuse. Plusieurs secteurs de l'industrie canadienne sont dominés par les sociétés multinationales de propriété étrangère qui exécutent dans leur pays d'origine la plus grande partie de la R-D dont elles ont besoin. Selon un document explicatif du ministère d'État chargé des Sciences et de la Technologie intitulé *La planification, la programmation et les politiques en matière de recherche-développement*, « . . . la fragmentation du marché intérieur rend difficile, pour les industries, l'investissement en R-D. Une utilisation plus efficace des lois, des règlements et des achats gouvernementaux pourrait aider à stabiliser et à regrouper le marché intérieur. Il est essentiel que le Canada devienne plus dynamique au sein du marché international pour promouvoir des industries concurrentielles d'envergure mondiale ».[3]

Aucun pays, du point de vue scientifique et technologique, ne peut se suffire à lui-même. Cependant, le Canada est excessivement dépendant du point de vue scientifique et technologique. Compte tenu de notre économie axée sur les ressources naturelles, d'un secteur industriel relativement faible et en majeure partie de propriété étrangère, au moment où le rythme de l'innovation a diminué, nous faisons face à une période critique qui rendra extrêmement difficile l'établissement d'une économie dynamique du point de vue technologique. Comme le président du groupe d'étude l'a mentionné dans une allocution récente :
« au Canada, bien tardivement, nous commençons à nous intéresser (. . .) à une politique de renforcement de nos capacités technologiques. Nous commençons à mettre l'accent sur la nécessité d'établir et d'accorder un appui à des sociétés indigènes munies de toute la gamme de fonctions innovatrices allant de la recherche à la production. Nous demandons aux sociétés multinationales d'accorder à leurs filiales canadiennes un mandat d'exclusivité mondiale. Nous étudions l'effet des incitations fiscales sur l'innovation et nous préconisons l'utilisation du pouvoir d'achat du gouvernement comme moyen de renforcer l'industrie. Nous essayons de voir dans quel secteur nous pourrions nous spécialiser afin de transformer notre avantage national en une force concurrentielle ».[4]

Bien que d'importantes percées techniques aient été faites au cours des dernières années dans des domaines très spécialisés (par exemple les microprocesseurs, les systèmes à satellites, les systèmes perfectionnés de mise en mémoire, de recherche, de communication et de visualisation de l'information), l'industrie doit continuer à mettre au point et à améliorer les produits d'usage quotidien et cet engagement doit continuer au cours du siècle à venir. Par conséquent, notre étude des techniques d'économie d'énergie ne s'est pas limitée au domaine de la technologie de pointe.

L'hésitation compréhensible des fabricants à révéler des renseignements précis au sujet de techniques d'économie d'énergie récemment mises au point a limité la quantité de données techniques que le groupe d'étude a pu obtenir. Par conséquent, les techniques spécifiques ne sont décrites qu'en termes généraux.

Selon son mandat, le groupe d'étude devait déterminer les possibilités techniques et industrielles les plus prometteuses dans le domaine des économies d'énergie. L'avantage de cette approche était qu'elle se prêterait à l'élaboration de plans et de programmes à long terme. Elle permettrait aussi de concentrer les ressources. Les techniques pourraient alors être plus facilement appuyées d'une aide par le biais des programmes existants d'incitations et par les nouveaux programmes qui pourraient être établis.

Réciproquement, l'immense difficulté associée à la tentative de déterminer les meilleures techniques a été soulignée dans un document explicatif sur la recherche-développement publié par le ministère d'État chargé des Sciences et de la Technologie :
« L'obstacle principal à cette approche est qu'elle comporte des risques plus élevés. On dit souvent qu'elle consiste à « choisir des gagnants ». Aux dires de certains, il s'agit d'un processus dans lequel les gouvernements n'excellent pas ».[5]

Le groupe d'étude est d'avis que personne ne peut affirmer avec certitude quelles seront les « meilleures » techniques. Le choix de mauvaises techniques peut entraîner un gaspillage de ressources et être très coûteuse comme on l'a vu dans le passé. Il est avantageux d'explorer simultanément plusieurs techniques afin d'encourager la concurrence entre celles-ci et, de cette façon, la mise au point rapide des meilleures techniques. Cette stratégie est fondée sur le principe qu'un choix ne devrait pas être arrêté aussi longtemps que toutes les avenues intéressantes n'ont pas été explorées. Il faut éviter les choix prématurés de sorte que l'orientation puisse être changée sans entraîner une charge trop lourde.[6] Une telle approche présuppose que les ressources financières et autres sont suffisantes pour explorer toute une gamme de techniques. Cependant, ce n'est pas toujours possible.

Les techniques ne seront exploitées avec succès sur une grande échelle qu'en laissant agir les forces naturelles du marché. Le rôle du gouvernement devrait se limiter à encourager l'évolution normale du marché et à établir un climat commercial

qui favorise les programmes de mise au point et d'ingénierie nécessaires à la mise en application de techniques d'économie d'énergie.

Diffusion et commercialisation

Le groupe d'étude croit que l'adoption générale de mesures d'économie d'énergie ne se trouve pas retardée par le manque de techniques convenables. Les techniques existantes, si elles sont exploitées méthodiquement, peuvent ouvrir des possibilités industrielles nombreuses au Canada, tout en réduisant fortement la consommation des ressources non renouvelables d'énergie du pays. Cependant, comme le Canada a historiquement mis l'accent sur les approvisionnements en énergie, il y a de nombreux obstacles financiers et institutionnels qui empêchent l'adoption de techniques d'économie d'énergie. Le groupe d'étude a, par conséquent, conclu qu'il faudrait, en priorité, préciser et mettre en oeuvre les stratégies et les mécanismes d'appui nécessaires pour assurer la diffusion et la commercialisation des techniques existantes, plutôt que de développer des techniques de pointe.

Dans la diffusion et la commercialisation des techniques d'économie d'énergie, le groupe d'étude distingue trois types d'acheteurs éventuels. Le premier, c'est le consommateur individuel, qui peut acheter la technique en tant que propriétaire d'une maison ou en tant que personne ayant besoin d'un moyen de transport ; le deuxième, c'est une société qui peut acheter du matériel en vue d'un procédé industriel ou d'une utilisation dans une grande exploitation immobilière ; et le troisième, ce sont les établissements tels que les écoles et les hôpitaux qui, d'une part, ressemblent aux sociétés (leur pouvoir d'achat est concentré) et qui, d'autre part, ressemblent au consommateur individuel (le profit n'est pas leur but premier).

Les stratégies de commercialisation des techniques d'économie d'énergie semblent toucher deux domaines fondamentaux. Premièrement, il s'agit de modifier le comportement quotidien (régler le thermostat à un degré inférieur, éteindre des lampes, réduire la vitesse). Deuxièmement, il s'agit de prendre des décisions sur l'opportunité de faire des investissements et des achats spécifiques qui entraîneront des économies d'énergie, par exemple l'isolation de la maison, l'installation d'une thermopompe, l'utilisation d'un réglage automatique au thermostat, ou l'achat d'une voiture à rendement énergétique plus efficace.

Bien que les mêmes facteurs de marché agissent dans ces deux domaines, celui qui a trait aux décisions d'investir est le plus directement lié à l'identification des stratégies de diffusion des techniques d'économie d'énergie. Cela ne veut pas dire que la modification du comportement quotidien ne soit pas importante. Bien qu'un examen de ce facteur n'entre pas dans le mandat du groupe d'étude, une prise de conscience et une meilleure connaissance parmi le public des avantages des économies d'énergie peuvent créer une ambiance de marché plus propice à la mise au point et à la diffusion de techniques spécifiques. Par exemple, le désir d'économiser du combustible à la maison fournit des possibilités de marché pour les produits techniques tels que les thermostats à réglage automatique, les thermopompes, les instruments de diagnostic et plusieurs autres.

Les décisions d'investir que le consommateur moyen est susceptible de prendre sont l'achat ou l'amélioration d'une maison et l'achat d'une automobile. Dans les deux cas, le consommateur doit choisir parmi une gamme de produits tout faits : les maisons ou les automobiles sont rarement construites ou fabriquées sur demande, même si à l'occasion elles sont adaptées au choix du client. Pour que le consommateur achète une maison ou une automobile qui donne un meilleur rendement énergétique, ces produits doivent être disponibles chez le constructeur de maison ou le fabricant d'automobiles ou encore sur le marché de la revente. Si le marché ne peut offrir de maisons ni d'automobiles à meilleur rendement énergétique à des prix abordables, le consommateur averti cherchera en vain.

Même si la plupart des consommateurs ne peuvent actuellement se porter acquéreurs d'une nouvelle maison ou d'une nouvelle automobile, ils peuvent apporter des améliorations à leur maison ou à leur automobile. Dans le cas de l'habitation, cela comporte habituellement l'addition de matériaux et d'installations d'économie

d'énergie aux demeures existantes soit du calfeutrage et de l'isolation, ou encore l'addition de nouvelles techniques d'économie d'énergie comme les thermopompes, les systèmes de réglage automatique de thermostat et de commande de température pour chaque pièce. Dans le cas des automobiles, d'importantes économies d'énergie peuvent être réalisées par un entretien adéquat. La question est de savoir comment faire connaître au consommateur les meilleures techniques d'économie d'énergie et le persuader de les adopter.

Lorsqu'elles font des achats, les sociétés ont davantage accès aux connaissances techniques et comptables que le consommateur individuel. Par conséquent, les premières sont dans une meilleure situation pour connaître et comparer les mérites techniques des diverses options de même que pour évaluer le coût du cycle de durée et les économies réalisées. Le profit est au centre du succès des entreprises tandis que l'économie n'est pas la seule préoccupation du consommateur, et elle est rarement son but premier. En outre, à cause d'achats plus considérables, l'entreprise possède plus de pouvoir sur le marché que le consommateur moyen et bien que ce facteur ne doive pas être surestimé, on ne peut l'ignorer. Le marché répondra plus rapidement aux modifications des demandes de quelques grands acheteurs qu'il ne le fera dans le cas d'un grand nombre de consommateurs moyens. En somme, la hausse des coûts de l'énergie donne à l'entreprise une bonne raison d'adopter des techniques efficaces d'économie d'énergie et de chercher à les découvrir. Si ces techniques ne sont pas disponibles, à cause de son pouvoir d'achat considérable, l'entreprise peut souvent susciter leur mise au point et leur production selon ses besoins. Cependant, plusieurs sociétés semblent donner la priorité aux investissements qui favorisent l'expansion de la production plutôt que la mise au point de techniques qui peuvent conduire à des économies d'énergie. Par conséquent, comme nous en traiterons dans ce rapport, dans l'intérêt national, les gouvernements doivent fournir des stimulants pour inciter les entreprises à investir dans les techniques d'économie d'énergie.

Au moment d'acquérir des matériaux, des installations ou des techniques d'économie d'énergie, le consommateur (individu, société et établissement) prend plusieurs facteurs en considération. Le produit sera difficile à vendre si les économies futures ne semblent pas justifier la dépense, si l'acheteur éventuel n'a pas suffisamment d'argent et que le coût de l'emprunt est élevé, s'il existe des doutes quant à la sécurité, si le produit présente des inconvénients ou qu'il est difficile à installer, à réparer ou à remplacer ou encore s'il semble qu'il sera vite désuet. Le fait qu'une technique soit nouvelle et plus complexe, comparativement à une technique ancienne et simple, pose un obstacle à la commercialisation à cause de la valeur attachée au produit qui a fait ses preuves comparativement à celui qui est nouveau. La volonté d'adopter des techniques d'économie d'énergie pourrait ainsi être modifiée.

Tout programme de commercialisation susceptible de réussir doit démontrer qu'un produit est économique, qu'il est sans danger, commode, d'un prix abordable et qu'il ne deviendra pas désuet rapidement, que le produit soit nouveau ou qu'il existe déjà depuis plusieurs années. Le public insistera davantage pour obtenir des renseignements lorsqu'il s'agit de techniques nouvelles que pour des techniques déjà éprouvées et la persuasion devra être plus grande avant leur adoption. Par exemple, il est facile de dire à l'acheteur qu'un nouveau matériel d'isolation est incomparable. C'est tout autre chose de le convaincre, surtout après le résultat obtenu avec l'isolation à la mousse d'urée-formol. Pour toutes ces raisons, la commercialisation de nouvelles techniques d'économie d'énergie devra vaincre les craintes des acheteurs éventuels à l'égard de produits peu connus.

Le groupe d'étude a examiné la question de savoir s'il y avait lieu de fournir des renseignements supplémentaires sur les avantages des techniques d'économie d'énergie. Au cours des dernières années, les gouvernements, à tous les niveaux, ont publié et distribué de nombreux dépliants, brochures ou autre documentation pour encourager les techniques d'économie d'énergie et donner des conseils pratiques à cet égard. On espérait

que ces efforts amèneraient une transition graduelle du comportement axé sur la consommation excessive ou « la croissance à tout prix » comme le définit un rapport du Conseil des sciences.[7] Il semble également qu'il soit nécessaire de secouer l'apathie générale et le scepticisme généralisé des Canadiens quant au constat d'une crise de l'énergie et la nécessité concomitante d'économiser l'énergie. Au cours des dernières années, la hausse toujours croissante des prix de l'énergie et le flot d'information concernant la pénurie d'énergie et les avantages de l'économie en cette matière ont ralenti la croissance de la consommation d'énergie, non seulement au Canada, mais en général, dans tous les pays industrialisés.

Le groupe d'étude a conclu que si un plus grand nombre de consommateurs se rendaient compte que des économies spécifiques d'énergie pouvaient être réalisées, ils adopteraient plus facilement les techniques d'économie d'énergie. Le meilleur moyen de les renseigner est de mettre en oeuvre des programmes de commercialisation conçus et dirigés par des spécialistes des stratégies et des méthodes destinées à motiver les gens à agir. Selon Patricia Vertinsky :
« Il est courant d'attribuer la faillite des campagnes d'information du public à l'apathie générale, mais il est fort possible que le client visé sont moins coupable de n'avoir pas tenu compte du message que le communicateur qui a pu transmettre des messages ennuyeux et incompréhensibles par des moyens mal choisis ».[8]

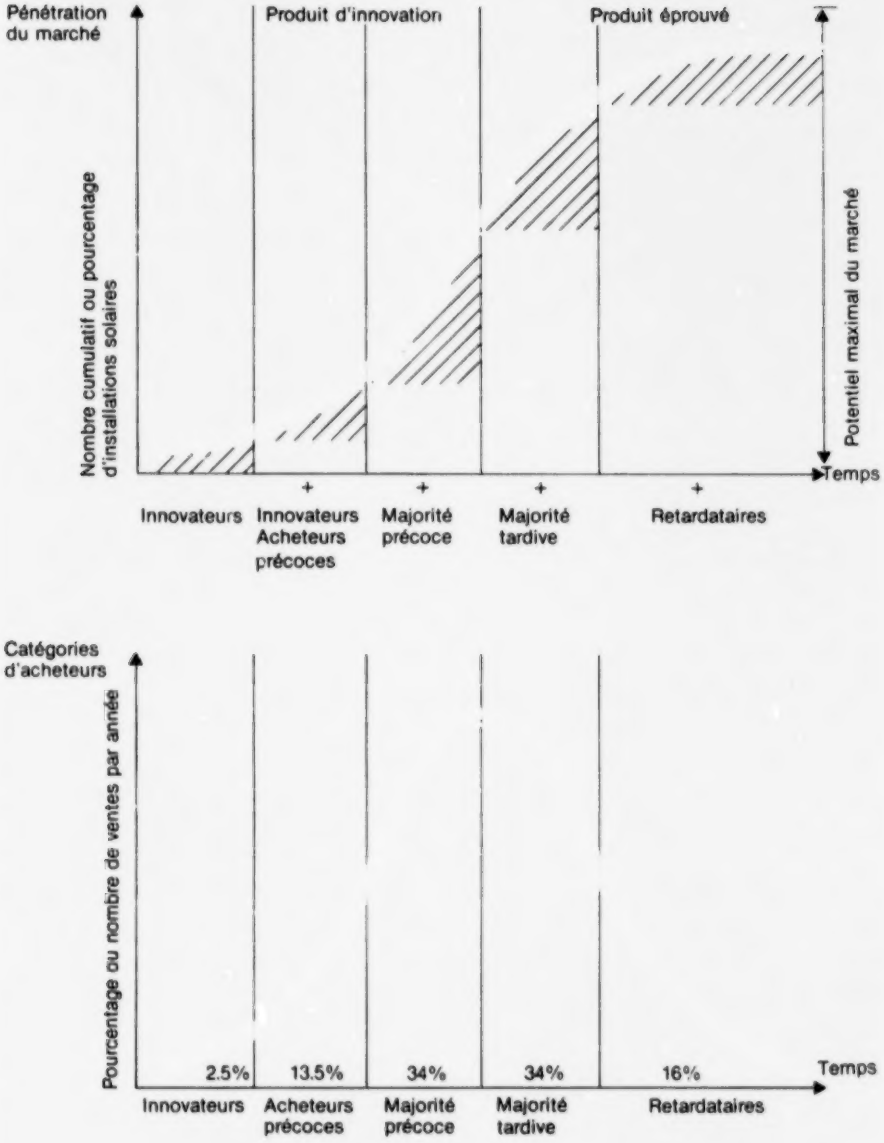
Les stratégies et les techniques de diffusion de l'information au sujet de l'économie de l'énergie comme telle et des techniques d'économie d'énergie en particulier, sont complexes. De nouveau, pour citer Mme Vertinsky :
« Une conception populaire de la communication de masse décrit le moyen de communication comme une aiguille hypodermique géante donnant des injections ici et là pour stimuler ou déprimer les masses passives, cependant, cette idée présuppose une réponse directe et immédiate du receveur. Le processus est naturellement beaucoup plus complexe, car l'information diffusée par les moyens de communication de masse est reçue, transmise, dénaturée, assimilée, rejetée ou encore exerce une action selon certaines manières qui sont, en partie, déterminées par le jeu de plusieurs systèmes sociaux et socio-psychologiques aux divers points de transmission et de réception à mesure que l'information se propage. Le communicateur est donc contraint de développer des compétences complexes pour être en mesure de comprendre les diverses sous-cultures, les habitudes de langage et les autres particularités de son auditoire et d'évaluer le contenu du message qu'il transmet.

« Il y a littéralement des milliers d'environnements biologiques, physiques et sociaux, et chacun présente un défi au communicateur. Pour chaque environnement, il y a un auditoire, et pour chaque auditoire, le langage, la méthode de présentation, le contenu, et le moyen de communication du message doivent être différents. Ainsi, les messages diffusés par les moyens de communication de masse doivent être ajustés selon la nature des institutions et des canaux de communications. Le succès du communicateur, qui doit lutter pour obtenir l'attention de son auditoire, dépendra de sa capacité d'adapter son message, de sorte que son auditoire le comprenne immédiatement ».[9]

Le groupe d'étude souligne la nécessité d'établir un programme efficace de commercialisation et de diffusion de l'information qui soit dirigé par des professionnels et des entrepreneurs qui comprennent les complexités du problème. Les gouvernements et les services publics manquent souvent de l'ardeur ou de la motivation nécessaire pour diffuser le message efficacement.

Un modèle souvent utilisé de pénétration du marché place les acheteurs d'un nouveau produit ou d'une nouvelle technique en cinq catégories : les innovateurs, les acheteurs précoces, la majorité précoce, la majorité tardive et les retardataires. Bien que les innovateurs soient les pionniers dans le domaine des produits nouveaux, ce sont les catégories de la majorité précoce et tardive qui sont responsables de la plus grande partie de la diffusion technologique. La figure 2:1 montre dans quelle mesure chaque catégorie d'acheteurs contribue à la pénétration totale d'une technologie sur le marché.

Figure 2:1
Pénétration du marché et catégories d'acheteurs



Source: Middleton Associates, *Energy Conservation: Retrospect and Prospect*, document préparé en vue d'un séminaire sous les auspices d'Énergie, Mines et Ressources, Canada, le 2 décembre 1981, p. 25.

Une étude faite à l'université Queen en 1978[10] propose quatre approches qui, si elles sont convenablement adaptées, pourraient être appliquées à la diffusion des techniques d'économie d'énergie. L'approche éducative vise à changer les attitudes en fournissant de l'information, surtout par l'intermédiaire des moyens de communication de masse, mais sans exclure les autres moyens ; l'identification de personnes influentes a pour but de convaincre la masse des consommateurs d'adopter des produits associés à des personnes influentes bien en vue ; la contrainte, comme son nom l'indique, est une approche plutôt coercitive que persuasive qui utilise des techniques telles que la réglementation et le rationnement ; finalement, la méthode du « pied dans la porte » tient davantage du prosélytisme que de la coercition et tend à engager les utilisateurs à propager un message (par exemple en préconisant une limite de vitesse de 100 km à l'heure) dans l'espoir qu'éventuellement ils l'observeront eux-mêmes.

Obstacles à la diffusion

Le groupe d'étude estime que les commentaires et les observations précédentes sont des considérations fort importantes en vue de planifier et de mettre en oeuvre les stragégies de commercialisation des techniques d'économie d'énergie. En outre, ces stratégies devraient tenter de vaincre les principaux obstacles à la diffusion efficace des techniques existantes et créer un climat qui permettrait d'accélérer l'adoption de techniques pertinentes.

Le obstacles financiers et administratifs à la diffusion des techniques sont examinés dans toutes les parties du rapport. Ceux qui ont trait plus précisément aux secteurs de l'habitation, des transports et de l'industrie sont décrits en détail aux chapitres 3, 4 et 5. Ces chapitres contiennent aussi des illustrations des obstacles qui s'appliquent à tous les secteurs en général. Ces derniers peuvent être réunis sous les titres suivants :

1. *Contraintes financières*

Le prix canadien des produits du pétrole, qui a été et qui continue d'être inférieur aux prix mondiaux, est un obstacle important à la diffusion de ces techniques. Cependant, par suite des accords récents de fixation des prix de l'énergie entre le gouvernement fédéral et les provinces productrices de pétrole, les prix de l'énergie se rapprochent rapidement du niveau mondial et ceci devrait encourager les économies d'énergie. En outre, les accords aident à dissiper l'incertitude concernant le coût futur de l'énergie, laquelle a entraîné beaucoup de confusion dans le passé et, en particulier, a empêché l'industrie de faire des investissements à long terme.

Il y a également une résistance compréhensible de la part des consommateurs et des sociétés à placer des capitaux dans des techniques qui exigent une première mise de fonds considérable. Cette hésitation est plus prononcée lorsque les taux d'intérêt sont élevés et que les périodes d'amortissement sont également plus longues. En période de taux d'intérêt élevés, les sociétés du secteur industriel semblent donner la priorité aux investissements qui contribuent à l'expansion de la production plutôt qu'à des procédés et à des techniques qui entraîneraient des économies d'énergie. Puisque les investissements en vue d'augmenter les ventes de produits rentables semblent obtenir la préférence, les investissements dans les techniques d'économie d'énergie n'augmenteront que s'ils sont encouragés par des stimulants financiers supplémentaires.

2. *Information et communication*

Le manque de données détaillées, fiables et à jour sur le rendement technique et la rentabilité est un autre obstacle à l'adoption générale des techniques d'économie d'énergie. L'absence de cette information peut inciter les particuliers et les industries à reporter les investissements dans les techniques d'économie d'énergie s'ils pensent que celles-ci sont prématurées, inefficaces, dangereuses, ou encore trop coûteuses pour les économies qu'elles entraînent.

Une communication inefficace à ce sujet constitue un autre empêchement. (Ceci a été traité auparavant dans ce chapitre). Bien que les gouvernements à tous les niveaux, les services d'électricité et autres aient distribué beaucoup d'information, le consommateur a encore besoin d'être éclairé à ce sujet.

3. *Manque de personnel qualifié*
Le manque de personnel hautement spécialisé et qualifié est un autre obstacle. Les scientifiques, les ingénieurs, les concepteurs, les opérateurs de systèmes et le personnel d'entretien sont nécessaires pour mettre au point et appliquer les techniques d'économie d'énergie dans tous les domaines et dans chaque secteur de l'économie.

4. *Absence de porte-parole de l'industrie*
La promotion de l'utilisation de techniques d'économie d'énergie est limitée par le fait qu'il n'existe pas une voix unique pour les entreprises de fabrication du matériel destiné aux économies d'énergie et pour celles qui fournissent des services dans ce domaine. À l'heure actuelle, un grand nombre d'entreprises de fabrication, de grossistes et de détaillants fournissent de l'équipement et du matériel, pendant que d'autres groupes d'entreprises s'occupent d'installation, d'entretien et d'autres services. Bien que l'absence d'une association générale pour représenter ces fabricants et leur servir de porte-parole pose une difficulté, on estime que toute tentative pour former une association n'est pas pratique, au moins pour le moment.

En l'occurrence, le rôle du gouvernement devrait être d'assurer que l'information transmise au public est exacte et de fournir une aide administrative et financière pour la diffusion de l'information technique. Certaines entreprises commencent maintenant à offrir des services complets en matière d'énergie (vérification, conception, matériel, installation en entretien). D'autres entreprises se spécialisent et offrent une vaste gamme de produits qui permettent d'économiser l'énergie et qui s'adressent à un secteur particulier de l'économie. Ces entreprises favorisent effectivement la diffusion et la mise en marché de techniques d'économie d'énergie et devraient donc être encouragées.

5. *Différences régionales*
Les circonstances varient suivant les régions et les localités et ce fait constitue un autre obstacle majeur à la diffusion efficace des techniques d'économie d'énergie. Il est important de faire en sorte que les mesures prises en vue de l'application des techniques soient assez flexibles pour tenir compte des différences régionales. Par exemple, certaines régions disposent de grandes quantités d'électricité à bon marché, Dans d'autres régions, l'électricité est très coûteuse. Puisque les conditions climatiques varient largement au Canada, il est nécessaire de prendre en considération les différences régionales dans la conception des nouveaux immeubles et lors du réaménagement des immeubles existants.

Le rôle des gouvernements

Direction
Le groupe d'étude reconnaît que la mise en oeuvre de stratégies visant à économiser l'énergie et à adopter les techniques connexes est un problème complexe qui exigera des modifications dans la nature de nos structures sociales, économiques et politiques. Ces changements ne s'opéreront qu'avec des objectifs bien définis et bien présentés au public et ils exigeront une longue période.

La mise en oeuvre de ces modifications dépendra de la volonté politique des gouvernements à tous les niveaux. Ils devront faire preuve d'initiative et fournir la motivation nécessaire pour renverser les obstacles financiers et administratifs qui, actuellement, empêchent l'introduction des stratégies et des techniques d'économie d'énergie.

Les gouvernements voient de nombreux avantages dans l'exploitation de l'aspect approvisionnement de l'équation énergétique : les taxes, la balance des paiements, les possibilités d'emplois et autres. Ils n'apprécient pas à leur juste valeur les avantages politiques, économiques et sociaux qui peuvent découler des économies d'énergie : l'augmentation du revenu

disponible des consommateurs n'en est pas le moindre. Par conséquent, les gouvernements devraient connaître tous ces avantages et être en mesure de prendre l'initiative pour effectuer les changements nécessaires.

Utilisation des fonds publics
En encourageant et en finançant les économies d'énergie, le rôle du gouvernement doit être bien justifié et vu comme une utilisation prudente et équitable des fonds publics.

À court terme et dans les circonstances présentes, le gouvernement fédéral subventionne le coût du pétrole brut importé. Naturellement, les économies d'énergie ne visent pas seulement à économiser le pétrole. Cependant, comme les formes d'énergie peuvent fréquemment être substituées, les économies des autres sources d'énergie contribuent souvent à alléger le trésor fédéral du fardeau des subventions aux importations de pétrole. En l'occurrence, un stimulant financier n'est pas plus onéreux pour les contribuables que des subventions accordées à l'importation du pétrole.

Pour éviter des dépenses supplémentaires au gouvernement fédéral, les programmes d'encouragement financier pour encourager les économies d'énergie pourraient être structurés de manière que le montant du stimulant corresponde au montant que le gouvernement fédéral épargnerait pendant une certaine période sur la subvention accordée au pétrole importé (ou à l'équivalent pétrole d'énergie). La compensation versée par le Trésor fédéral au pétrole importé serait réduite par suite des économies d'énergie. Étant donné que les utilisateurs seront les principaux bénéficiaires de la baisse des coûts de l'énergie, ils devraient s'attendre à payer la plus grande partie du coût des techniques d'économie d'énergie. Le stimulant financier du gouvernement devrait donc toujours être inférieur au coût total de la mise en application de la technologie.

Notes bibliographiques

Chapitre deux

1 Middleton, Peter, *The Industrial Impacts of Conservation and Renewable Energy*. Présenté au Canadian National Energy Forum, Ottawa, le 10 novembre, 1981.

2 Energy Research Advisory Board, *Federal Energy R&D Priorities*, Washington, D.C., novembre 1981, p. 29.

3 Ministère d'État chargé des Sciences et de la Technologie, *La planification, la programmation et les politiques en matière de recherche-développement*, Document explicatif 13, Ottawa, janvier 1981.

4 Price, Frank O., « Technology Transfer Internationally : Why Governments Are Concerned », *Journal of the Society of Research Administrators*, printemps 1980, pp. 15-16.

5 Ministère d'État chargé des Sciences et de la Technologie, *op. cit.* p. 26.

6 Voir le *Mémoire du Comité de promotion économique de Montréal (COPEM) Concernant Le plan des installations, 1981 à 1990 d'Hydro-Québec*, soumis à la Commission permanente des ressources naturelles de l'Assemblée Nationale du Québec, le 6 février 1981.

7 Conseil des sciences du Canada, *Le Canada, société de conservation*, Ottawa, 1977, p. 18.

8 Vertinsky, Patricia, « The Use of Mass Communication Strategies to Promote Life-Style Change : The Case of Energy Conservation in Canada », Peter N. Nemetz, (ed.), *Energy Policy : The Global Challenge*, Toronto, 1979, p. 397.

9 *Ibid.* p. 392.

10 Arnold, S.J. et R.E. Turner, *Change Strategies for Transportation Energy Conservation*, Université Queen's, Kingston, Ontario, septembre 1978.

3

Les techniques d'économie d'énergie dans le secteur du bâtiment

La distribution de l'utilisation d'énergie dans le secteur du bâtiment

Le secteur du bâtiment, incluant les secteurs résidentiel, commercial et industriel, absorbe 32 p. 100 de la consommation totale d'énergie au Canada. La répartition par type de bâtiment est la suivante :

Tableau 3:1

Genre de bâtiment	Utilisation totale d'énergie au Canada	Utilisation totale d'énergie dans les bâtiments
Résidentiel	16 p. 100	50 p. 100
Commercial	11 p. 100	34 p. 100
Industriel	5 p. 100	16 p. 100
	32 p. 100	100 p. 100

Source : Direction des économies d'énergie et des énergies renouvelables, Énergie, Mines et Ressources Canada, 1981.

L'énergie est utilisée pour divers services dans les bâtiments comme l'illustre le tableau suivant :

Tableau 3:2

Service	Utilisation totale d'énergie au Canada	Utilisation totale d'énergie dans les bâtiments
Chauffage des locaux	25 p. 100	79 p. 100
Chauffage de l'eau	3 p. 100	9 p. 100
Appareils électro-ménagers, machines de bureau	2 p. 100	6 p. 100
Éclairage	1 p. 100	3 p. 100
Climatisation	1 p. 100	3 p. 100
	32 p. 100	100 p. 100

Source : K.F. Tupper, *Note d'information de recherche sur la construction, n° 176*, Conseil national de recherches du Canada, 1981.

À court terme, les plus grandes possibilités d'économie d'énergie peuvent être réalisées dans les bâtiments existants. Des analyses d'Énergie, Mines et Ressources Canada effectuées en 1980 indiquent que des économies d'énergie qui permettraient l'amortissement des coûts en six ans ou moins, pourraient atteindre 50 p. 100. Les économies pourraient être plus considérables à mesure que les prix augmentent et que des systèmes de chauffage plus rentables remplacent les anciens.[1] Le tableau 3:3 donne un aperçu des possibilités d'économie d'énergie dans les bâtiments construits au Canada avant 1975.

Tableau 3:3
Possibilités d'économie d'énergie dans les bâtiments existants
(Économie* en dollars de 1980)

Résidences	Économie moyenne d'énergie
Isolation (greniers, sous-sol et murs)	30 p. 100
Amélioration de l'étanchéité à l'air (calfeutrage, coupe-bise)	10 p. 100
Fenêtres, portes	<5 p. 100
Entretien de chaudières à mazout, conversion et remplacement	3-20 p. 100
Entretien de chaudières à gaz, conversion et remplacement	2-50 p. 100
Diminution de la température ambiante (à 20°C)	0-20 p. 100
Immeubles commerciaux	
Chauffage, ventilation et air climatisé – amélioration du système d'entretien, modification des systèmes et des dispositifs de commande.	55 p. 100
Éclairage – contrôle, réduction des niveaux d'éclairage	

*Amortissement des coûts en six ans ou moins (taux de rendement réel d'au moins 12 p. 100)

Source : Armstrong, Graham T., *Conservation Energy – Potential and Practice in Canada.* Présentation au *Conservation Energy Seminar Series*, Regina (Saskatchewan), le 24 juin 1980. (Révisé octobre 1980) tableau 11.

Les techniques d'économie d'énergie dans les bâtiments

Le groupe d'étude a examiné plusieurs techniques d'économie d'énergie pour les bâtiments. Les techniques choisies dépendent du genre de bâtiment et selon qu'il s'agit d'un bâtiment à construire ou qui existe déjà et peut être amélioré. À des fins de commodité, les techniques ont été groupées sous plusieurs titres généraux. Les techniques et les procédés visant à obtenir l'étanchéité à l'air et un éclairage rentable sont décrits en détail dans la section suivante, étant donné qu'ils présentent des possibilités considérables. Les techniques énumérées par le groupe d'étude sont décrites à titre d'illustration seulement, pour démontrer que l'on peut réduire la consommation d'énergie en utilisant les techniques existantes si elles sont méthodiquement exploitées et diffusées.

Liste des techniques

1. *Techniques de diagnostic de perte d'énergie*
   a) Analyse thermographique au moyen de la photographie à l'infrarouge ainsi que par la vérification et le diagnostic des bâtiments ;
   b) Programmes d'ordinateur pour l'analyse de l'utilisation d'énergie ;
   c) Programmes d'ordinateur pour la conception de systèmes d'énergie, d'éclairage et de chauffage à énergie solaire.

2. *Techniques de prévention de perte d'énergie*
   a) Techniques destinées à réduire l'infiltration de l'air (voir la section sur l'étanchéité à l'air dans ce chapitre) ;
   b) Amélioration de l'isolation (il est possible d'améliorer la qualité des produits et des matériaux de construction afin d'augmenter leur valeur d'isolation tout en présentant moins de problèmes d'application) ;
   c) Régulateur de tirage plus étanche : plusieurs systèmes de chauffage, de ventilation et de climatisation pour le commerce et l'industrie ont des régulateurs « fermés » qui entraînent des fuites de 15 à 20 p. 100 d'énergie. Les nouveaux régulateurs, plus étanches, permettent des économies importantes à un coût raisonnable.

3. *Rendement énergétique*
   a) Rendement énergétique des systèmes de chauffage et de climatisation :
      i) chaudières à haut rendement et autres systèmes de chauffage rentables (mazout ou gaz, hydride à l'électricité) ;
      ii) thermopompes – une technique d'économie d'énergie applicable au chauffage des locaux. La capacité des thermopompes d'utiliser la chaleur à degré peu élevé augmente le rendement de l'électricité dans le chauffage des locaux. Les thermopompes sont particulièrement rentables lorsqu'elles sont appliquées au chauffage et à la climatisation. Elles offrent également un intérêt pour le chauffage de l'eau chaude et pour une grande quantité de procédés industriels dans des secteurs aussi divers que les pâtes et papiers et l'industrie alimentaire. (Les applications industrielles des thermopompes sont examinées en détail au chapitre cinq.)
      iii) l'énergie solaire passive pour le chauffage des locaux et de l'eau ;
      iv) le chauffage par îlots – cette technique consiste à chauffer des locaux résidentiels, commerciaux et industriels à partir d'un endroit central. Elle nécessite une source de chaleur et un réseau de distribution.
   b) Rendement énergétique des systèmes d'éclairage (voir la section sur l'éclairage plus loin dans ce chapitre) ;
   c) Rendement énergétique des appareils électro-ménagers.

4. *Systèmes de commande pour l'utilisation rentable d'énergie*
   a) Des systèmes de commande qui permettent d'obtenir la quantité requise d'énergie, à l'endroit et au moment voulus, peuvent fréquemment réduire la consommation d'énergie. Il existe une nette tendance vers des systèmes de commande automatique et intégrée. Des systèmes de contrôle sont de plus en plus utilisés afin d'améliorer le rendement énergétique dans les procédés industriels et dans les bâtiments, dans l'exploitation des immeubles commerciaux, dans les appareils électroménagers domestiques, dans les systèmes de chauffage des locaux et de l'eau et dans toutes les formes de transport. Voici des exemples de systèmes pour les grands bâtiments :
      i) *Thermostats à bande d'énergie zéro :* Plusieurs bâtiments utilisent simultanément des systèmes de chauffage et de climatisation. Le thermostat à bande d'énergie zéro permet aux températures de varier dans la zone de confort sans utiliser d'énergie pour le chauffage ou la climatisation. Des systèmes séparés de réglage de chauffage et de climatisation ainsi que des ajustements séparés de l'intervalle d'étranglement peuvent s'appliquer à n'importe quel type de système de chauffage, de ventilation et de climatisation.

ii) *Commandes de vitesse variable :* Les refroidisseurs ou les ventilateurs munis de systèmes modernes et électroniques d'entraînement à embrayage à courant alternatif de fréquence variable et à courants de Foucault permettent de réaliser des économies. Elles résultent d'une réduction de consommation d'énergie lorsque la machine fonctionne à charge réduite. Des économies d'énergie de 25 p. 100 peuvent être réalisées lorsqu'un système de commande à vitesse variable fait fonctionner un refroidisseur à une charge de 50 p. 100.

iii) *Des ventilateurs à pas variable* modifient le débit d'air suivant le besoin, réduisant ainsi la demande d'énergie lorsque le système fonctionne à un niveau inférieur à sa capacité.

b) Un contrôle efficace de l'utilisation finale de la charge électrique pour le chauffage, ou à d'autres fins.

c) L'emmagasinage de l'énergie pour le chauffage.

5. *Récupération d'énergie à partir de la chaleur perdue et des résidus de combustible*

a) Les échangeurs de chaleur sont de plus en plus utilisés pour récupérer l'énergie, à partir de la chaleur perdue, dans les secteurs commercial et industriel. L'utilisation d'échangeurs de chaleur d'air à air dans des bâtiments hermétiques augmentera probablement rapidement au cours des cinq à dix prochaines années. D'autres tendances dans la technique des échangeurs de chaleur utilisent davantage les caloducs (cycle d'évaporation et de condensation) et l'intégration d'échangeurs de chaleur à des systèmes d'emmagasinage et de transformation de la chaleur (par exemple, une thermopompe).

b) L'incinération par réglage d'air en utilisant comme combustible les ordures domestiques pour l'élimination sur place et une récupération hautement rentable de la chaleur (par exemple, CANWEL® - *Canadian Water and Energy Loop*). Ce procédé utilise d'une nouvelle façon une technologie déjà connue. La mise au point en laboratoire et l'installation-pilote sont terminées. Un prototype commercial sera en démonstration en 1982. Dans un immeuble d'habitation par exemple, on estime que la consommation de combustible serait réduite d'environ 65 p. 100 pour la production d'eau chaude. En outre, on économise tout le combustible normalement utilisé pour incinérer les ordures à une usine centrale et plus de 60 p. 100 de l'énergie utilisée pour enlever et transporter les ordures.

Les techniques spécifiques

Des informations plus détaillées sont fournies dans cette section sur les deux techniques qui présentent des possibilités importantes d'économie d'énergie dans le secteur du bâtiment.

1. *L'étanchéité à l'air*

Les deux principales causes de perte ou de gain de chaleur dans les maisons sont l'infiltration de l'air extérieur par plusieurs petites ouvertures et la conduction de la chaleur par les murs, les fenêtres, les plafonds et les planchers. L'infiltration de l'air est la plus importante des deux. Il a été démontré que 20 à 40 p. 100 de la chaleur perdue dans une maison moyenne est due à une fuite excessive d'air. Il a en outre été démontré que cette infiltration d'air peut être réduite de 50 p. 100 en moyenne, bien que ce taux puisse varier largement d'une maison à l'autre.

Selon une étude américaine[2], les maisons dans ce pays ont des taux d'infiltration de l'ordre d'un changement d'air par heure (ca/h). Dans une maison dont la superficie est de 1 500 pieds carrés et la hauteur des pièces de 8 pieds, cela signifie qu'il faut chauffer deux cents pieds cubes d'air provenant de l'extérieur par minute. En hiver, c'est le système de chauffage qui doit le faire. L'infiltration naturelle non contrôlée d'air extérieur impose une charge supplémentaire au système de chauffage et entraîne des courants d'air qui réduisent le confort.

Plusieurs maisons à haute conservation énergétique, construites en Suède et au Canada, ont des taux d'infiltration naturelle aussi bas que 0,2 ca/h. Des taux aussi bas d'infiltration ont été atteints en utilisant des portes et des fenêtres bien ajustées et en installant un pare-vapeur/air en plastique dans les plafonds, les murs et les planchers. En conséquence, les

coûts du chauffage ont été réduits considérablement. La consommation d'énergie dans ces maisons construites en Saskatchewan a suffisamment diminué pour réduire les frais de chauffage d'environ 80 à 90 p. 100.[3]

En réduisant le taux de changement d'air, il surgira peut-être des problèmes quant à la qualité de l'air par suite de la grande réduction de ventilation. Il peut s'agir de niveaux excessifs d'humidité, de pénétration de l'humidité dans le matériel d'isolation à travers les fentes dans les murs, d'augmentation des odeurs et de niveaux plus élevés de substances chimiques contaminantes dans l'air intérieur. Le nombre minimal souhaitable de changements d'air dans les maisons ne peut être généralisé. Les odeurs persistantes peuvent provenir des occupants (y compris les animaux domestiques), le temps d'occupation de la maison, les habitudes culinaires et alimentaires, la configuration interne de la résidence, l'usage de certains matériaux de construction. Les formations géologiques sous la maison peuvent également entraîner des contaminations chimiques. Ainsi, il serait difficile d'établir des codes du bâtiment pour déterminer une norme du taux de changement d'air par heure qui pourrait tenir compte des divers facteurs déterminant la qualité minimale acceptable de l'air dans une habitation donnée.

Les problèmes liés à l'étanchéité à l'air peuvent être réduits grâce à un système de ventilation propulsée pouvant comprendre un échangeur de chaleur pour récupérer la chaleur perdue. Des méthodes simples pour assurer l'étanchéité à l'air et pour résoudre les problèmes liés à l'élimination des odeurs, des substances toxiques contaminantes et de l'humidité sont maintenant connues et l'équipement nécessaire devient de plus en plus courant et facile à obtenir. La diffusion des techniques permettrait d'ouvrir des possibilités industrielles au Canada. C'est le défi qu'il faut maintenant relever.

Il peut sembler bizarre de vouloir construire une maison qui soit presque étanche à l'air, puisqu'il est alors nécessaire d'ajouter de l'équipement pour en assurer la ventilation. Cependant, une étude canadienne récente[4] a conclu qu'une augmentation de 5 à 10 p. 100 du coût habituel de construction entraînait une réduction de 60 à 85 p. 100 des besoins de chauffage des locaux. Aux prix de l'énergie en dollars de 1981, dans l'est du Canada, cette augmentation de coût serait amortie en l'espace de 5 à 7 ans.

Le succès dans la construction de bâtiments étanches à l'air dépendra de l'initiative prise par les hommes de métier pour dépasser les normes minimales et adopter les méthodes nécessaires pour assurer l'étanchéité à l'air des bâtiments. L'ordre dans lequel s'effectuent les étapes de travail dans la construction complique davantage l'obtention de bons résultats, car une tâche terminée peut être partiellement défaite par le travail d'une personne d'un autre métier. Par conséquent, les connaissances et les compétences des ouvriers du bâtiment doivent être améliorées en tenant compte des techniques d'économie d'énergie.

L'élimination des pertes les plus évidentes dues aux courants de convection autour des fenêtres, des portes et des ouvertures améliorera l'étanchéité à l'air dans les bâtiments. La réfection en matière d'étanchéité à l'air et l'installation de systèmes de ventilation contrôlée et de récupération de la chaleur au moyen d'échangeurs de chaleur seraient encore plus efficaces là ou l'économie le justifie.

Étant donné la nature de l'exploitation d'un restaurant, la ventilation mécanique est nécessaire pour chasser les odeurs de cuisson et la chaleur provenant des fours, des grils et des friteuses. Cet air aspiré peut devenir une source de chaleur « perdue » pour le chauffage et la climatisation des locaux.

Si l'on peut résoudre les problèmes d'odeur, de contamination chimique et d'humidité, les techniques d'étanchéité à l'air présentent la possibilité de réduire considérablement l'énergie utilisée dans les bâtiments au Canada. La mise au point et la diffusion de ces techniques peuvent offrir plusieurs possibilités industrielles.

Les techniques d'étanchéité à l'air suscitent de plus en plus d'intérêt. Le financement accru du gouvernement fédéral et

l'intérêt démontré par l'Association canadienne de l'habitation et du développement urbain (HUDAC) en sont la preuve. Cependant, les diverses autorités gouvernementales n'ont pas encore été capables de s'entendre sur des directives appropriées quant aux niveaux d'étanchéité à l'air et les problèmes qui y sont liés. Il n'existe aucun accord quant à la meilleure approche à adopter en vue de promouvoir l'application de ces techniques et la meilleure méthode de la financer sur une grande échelle.

2. *L'éclairage*

Selon certains experts, l'éclairage absorbe la plus grande partie de la charge d'énergie dans un grand immeuble commercial. Ceci peut représenter 40 à 50 p. 100 de la consommation d'électricité, donc environ 80 p. 100 du coût total de l'énergie.[5] Or, les progrès réalisés pour réduire la consommation au moyen d'un meilleur contrôle ont été peu importants ; par exemple dans l'utilisation d'un éclairage approprié, au bon endroit et au bon moment. Par conséquent, des économies importantes peuvent encore être réalisées dans l'éclairage commercial.

En 1977, le ministère des Travaux publics du Canada a fait une analyse de l'énergie utilisée dans l'immeuble du Service de l'environnement atmosphérique à Downsview (Ontario). On a conclu
« que la plus grande partie de la consommation et du coût de l'énergie dans l'immeuble est imputable au chauffage. L'éclairage et les ventilateurs viennent respectivement au deuxième et au troisième rang pour l'utilisation et le coût. La climatisation, différentes charge (. . .) les pompes et les accessoires représentent seulement 11 p. 100 de la consommation totale d'énergie et 20 p. 100 du coût total annuel de l'énergie (. . .) 89 p. 100 de la consommation totale d'énergie dans l'immeuble est due au chauffage, à l'éclairage et au système de ventilation . . . ».[6]

L'étude a démontré que l'immeuble consommait annuellement 79 kWh par pied carré d'équivalent d'énergie (chauffage au gaz, climatisation à l'électricité) et que le niveau raisonnable de consommation d'énergie pour cet immeuble serait de 32 kWh par pied carré par année, soit une possibilité de réduction d'environ 60 p. 100.

L'étude a également démontré que l'éclairage absorbait 27 p. 100 du coût de l'énergie à une époque où l'électricité était relativement plus coûteuse que le pétrole et le gaz, ce qui n'est plus le cas maintenant. On peut s'attendre à ce que l'importance relative de l'éclairage augmente à mesure que les systèmes de chauffage et de climatisation deviennent plus rentables.

L'Hydro-Ontario estime que l'éclairage des rues présente de grandes possibilités d'économie d'énergie. Pour réduire la consommation et la demande en kW, on élabore un programme de réfection pour économiser l'énergie dans l'éclairage des rues en Ontario. Les possibilités d'économie pour le système de l'Hydro-Ontario sont de 400 millions de kWh par année ; une réduction de la demande d'énergie de 100 000 kWh pourrait être réalisée en adoptant des techniques rentables d'éclairage des rues.[7] Plusieurs types d'éclairage des rues ont été mis au point et sont produits actuellement (lampe à incandescence, tungstène-halogène, vapeur de mercure, métal haloïde, sodium à haute et à basse pression).

Dans les nouveaux lotissements en Ontario, on utilise habituellement des systèmes d'éclairage à haut rendement (en général, les lampes à vapeur de mercure). Des programmes de démonstration d'éclairage au moyen de lampes à vapeur de sodium à haute et à basse pression ont été entrepris afin d'évaluer la réaction du public et de le sensibiliser à des systèmes d'éclairage à haut rendement.

Le coût initial élevé que comporte l'amélioration des systèmes d'éclairage des rues empêche leur installation. Les études ont cependant démontré que les coûts d'amélioration des systèmes s'amortissent généralement dans l'espace de cinq à sept ans ; ce coût diminuera à mesure que les prix diminueront par suite des économies liées à la production en chaîne de montage normalisée. Étant donné le manque de mise au point et de diffusion de systèmes d'éclairage rentables dans le passé, il existe donc un large marché pour cette technologie.

Les études que nous venons de citer indiquent que l'éclairage est un élément très important de la consommation d'énergie dans le secteur commercial et par consé-

quent, qu'il présente des possibilités importantes d'économie d'énergie.

Les programmes d'aide du gouvernement fédéral

Voici les principaux programmes et les principales mesures en vigueur pour encourager les économies d'énergie dans le secteur du bâtiment :

1. *Le programme d'isolation thermique des résidences au Canada (PITRC)* prévoit des subventions imposables allant jusqu'à 500 $ pour accélérer la réfection de l'isolation dans les résidences du Canada.

2. *Le programme canadien de remplacement du pétrole* (élément du PITRC) prévoit des subventions imposables allant jusqu'à 800 $ pour accélérer l'utilisation des techniques d'économie d'énergie et des énergies renouvelables à Terre-Neuve, à l'île-du-Prince-Édouard et dans les Territoires du Nord-Ouest.

3. Le gouvernement encourage la conception et la construction de maisons à haut rendement énergétique en apportant une aide aux coûts de formation des ouvriers, de transfert d'information et de construction d'environ 250 maisons-modèles à travers le Canada.

4. Au moyen de la Caisse des petits projets, le gouvernement encourage la mise en application de mesures d'économie d'énergie dans le secteur du bâtiment et de l'utilisation urbaine de l'énergie en accordant une aide à des ateliers de travail et à des séminaires, à des projets-pilotes de démonstration, à des publications et à des études, etc.

5. *Énerguide - Consommation des appareils électroménagers*. Ce programme sensibilise le consommateur au rendement énergétique des principaux appareils électroménagers, incitant ainsi les manufacturiers à accélérer la production d'appareils à haut rendement énergétique.

6. *Le programme Énersage* fournit des conseils aux propriétaires de maison sur les possibilités d'économie offertes par les programmes de réfection relativement aux économies d'énergie en utilisant un système informatisé par la poste et un service consultatif téléphonique.

7. Le gouvernement aide à la mise en oeuvre de mesures d'économie d'énergie dans les immeubles commerciaux. Des groupes d'étude volontaires sur les économies d'énergie ont été formés pour contrôler les programmes et établir des objectifs d'économie, échanger de l'information parmi les propriétaires d'immeubles, les opérateurs et les locataires et pour discuter avec les gouvernements des questions d'économie d'énergie.

8. Au moyen du *Programme d'appui à la technologie dans les bâtiments*, le gouvernement s'intéresse à l'accélération et à l'extension de la mise en oeuvre de mesures d'économie d'énergie dans les immeubles. On prépare à cette fin de l'information technique et économique détaillée sur une large gamme de techniques d'économie d'énergie.

9. Le *Programme des immeubles à consommation réduite d'énergie* attribue des prix et sensibilise les concepteurs d'immeubles (architectes et ingénieurs) aux possibilités d'économie d'énergie dans les immeubles commerciaux en reconnaissant leur succès au niveau national.

Dans ses délibérations, le groupe d'étude a estimé que plusieurs programmes fédéraux ne répondent pas aux besoins de l'utilisateur final. Souvent, l'existence des programmes n'est pas connue. Parfois, ce sont les détails précis concernant les objectifs, les critères d'éligibilité, les moyens d'application et les possibilités d'économie qui ne sont pas connus. Si un plus grand nombre de consommateurs étaient au courant des économies qui peuvent être réalisées, ils adopteraient plus facilement les techniques d'économie d'énergie. Des programmes de commercialisation élaborés par des experts dans les stratégies et les méthodes qui incitent les gens à agir sont le meilleur moyen d'y arriver.

Les obstacles à la diffusion

Bien que les techniques d'économie d'énergie dans les bâtiments soient bien connues, seule une petite partie des possibilités d'économie ont été réalisées en pratique. Plusieurs contraintes financières et administratives empêchent l'adoption de techniques efficaces d'économie d'énergie. En traitant de ce problème, M. Charles Ficner (Chef, Politique de

l'énergie des bâtiments et en milieu urbain, Énergie, Mines et Ressources Canada) a écrit :
« Des efforts considérables sont nécessaires : afin d'établir des objectifs d'économie dans le secteur du bâtiment; s'assurer que ces objectifs sont endossés par tous les niveaux de gouvernement, par tous ceux qui participent à la conception de bâtiments ainsi qu'aux processus d'opération et par le public en général ; afin de mettre en place des programmes appropriés en vue d'atteindre ces objectifs, à la fois au niveau international et national et ; afin de fournir une solide infrastructure de soutien technique qui permettrait de déterminer les activités appropriées d'économie d'énergie et de les mettre en oeuvre. »[8]

Le groupe d'étude croit que plusieurs des obstacles qui s'opposent à la diffusion des techniques peuvent être renversés par la mise en oeuvre de stratégies et de mécanismes d'aide et par l'offre d'incitations financières convenables aux constructeurs et aux acheteurs. Les principaux obstacles que le groupe d'étude a pu faire ressortir sont décrits dans les paragraphes suivants.

1. *Le manque d'information*
Selon une étude récente du *Solar Energy Research Institute (SERI)*, l'information au sujet du rendement technique et de la rentabilité de plusieurs produits à haut rendement énergétique n'est pas suffisante.[9] L'Institut a également noté qu'il n'y avait pas assez de mécanismes de diffusion de l'information aux propriétaires de maison au sujet des techniques de réfection. Une conclusion semblable a été tirée en 1981 à la suite d'une conférence parrainée par l'Agence internationale de l'énergie sur « Les nouvelles techniques d'économie de l'énergie et leur commercialisation ».[10]

Il n'existe pas de base de données complète, à jour et fiable sur le rendement et le coût des techniques d'économie d'énergie actuellement disponibles. Dans le secteur du bâtiment, ce fait explique l'hésitation des propriétaires, des constructeurs et des entrepreneurs à engager des dépenses pour des économies d'énergie, de peur que celles-ci soient inefficaces, dangereuses ou encore trop coûteuses pour les économies qu'elles entraînent.

2. *Le manque de formation et de connaissance relatives à la conception et à la construction des bâtiments*
À l'exception des maisons faisant l'objet d'une démonstration à Saskatoon, relativement peu de maisons sont construites en tenant compte de normes de rendement énergétique. Les constructeurs et les hommes de métier ont peu d'expérience ou de formation en ce qui concerne les nouvelles techniques nécessaires à la construction de maisons à haut rendement énergétique. Plusieurs de ces techniques, telles que l'installation d'un pare-vapeur ou la prévention de l'infiltration de l'air, demandent de la compétence et de l'attention. Plusieurs hommes de métier n'ont pas les connaissances ou encore ne sont pas incités à accorder l'attention nécessaire à de tels travaux. Ainsi, une maison bien étanche demande que la ventilation soit contrôlée par un échangeur de chaleur, mais cette technique, bien qu'elle soit disponible, n'est pas bien connue dans l'industrie de la construction. En outre, il n'existe actuellement aucun mécanisme pour enseigner les techniques appropriées de réfection. Dans la plupart des établissements, comme les collèges communautaires, les programmes d'apprentissage sont démodés et sont axés sur les normes courantes de construction, lesquelles sont en retard sur les nouvelles méthodes.

3. *Le manque de coordination des règlements et des normes*
En 1980, la seule mention de l'isolation dans le Code national du bâtiment précise que l'isolation doit être suffisante pour prévenir la condensation. L'Alberta, où le coût de l'énergie pour le propriétaire de maison est moindre qu'ailleurs, a récemment adopté les normes d'isolation les plus élevées. Les normes des autres provinces viennent loin derrière quand elles ne sont pas tout simplement inexistantes.

Les constructeurs s'opposent à l'établissement de normes de rendement énergétique pour la construction de maisons. Obligés d'augmenter le prix de ces maisons, ils éprouveraient de la difficulté à les vendre. Le gouvernement fédéral et les gouvernements provinciaux ont hésité à établir des normes comme en font foi les niveaux modérés proposés en 1978

par le Comité consultatif du Code national du bâtiment, lesquels n'ont jamais été adoptés. Comme il est difficile de faire accepter des normes obligatoires, une plus grande demande de la part des acheteurs de maisons est une autre façon d'augmenter le niveau de rendement énergétique des maisons. Un moyen d'atteindre ce but serait un étiquetage du rendement énergétique des bâtiments, résidentiels et commerciaux, selon une mesure nationale de rendement énergétique, sur le modèle des « maisons médaillons » qui avaient été ainsi désignées par l'Association canadienne de l'électricité. La Société centrale d'hypothèques et de logement du Canada (SCHL) ou tout autre organisme national approprié pourrait faire la même chose avec les nouvelles maisons.

4. *Les investissements importants en capital*
Plusieurs acheteurs de nouveaux bâtiments ou propriétaires de bâtiments existants hésitent à investir dans les techniques d'économie d'énergie qui exigent de grandes dépenses en capital. Les acheteurs qui prévoient ne rester que quelques années dans une résidence, soit deux à quatre ans, hésitent à faire des investissements lorsque les taux d'intérêt sont élevés et les périodes d'amortissement longues. Dans des situations semblables, des incitations financières pourraient encourager les investissements dans les techniques d'économie d'énergie.

5. *Les coûts supplémentaires de construction*
Les constructeurs hésitent à améliorer le rendement énergétique des nouvelles maisons parce que ces avantages supplémentaires font augmenter les prix. Cependant, selon une politique récente, les établissements de prêts incluent maintenant dans l'hypothèque le coût des appareils qui améliorent le rendement énergétique au lieu d'augmenter immédiatement le prix pour le propriétaire. Les constructeurs ne sont donc plus forcés de bâtir des maisons qui ne donnent pas un bon rendement énergétique puisqu'une modeste dépense supplémentaire pourrait en améliorer le rendement.

Selon l'étude récente du *Solar Energy Research Institute*, bien que la plupart des mesures d'économie d'énergie soient justifiées comparativement aux coûts et aux avantages, à cause d'obstacles administratifs et des marchés, il y avait lieu d'utiliser « des incitations financières bien conçues et soigneusement contrôlées (. . .) pour accélérer l'adoption de telles mesures d'économie d'énergie ».[11]

6. *Les logements locatifs*
Les propriétaires de logements hésitent à faire des travaux de réfection parce que ce sont eux qui absorbent les frais et que les avantages des coûts réduits d'opération reviennent aux locataires. À leur tour, les locataires hésitent à faire des investissements qui ne modifient pas le taux de leur loyer car ils considèrent comme un avantage pour le propriétaire toute amélioration faite à leurs dépens.

7. *Le manque d'entreprises fiables de vérification énergétique*
Les problèmes liés à la mousse isolante d'urée formol et les pratiques peu recommandables de certains commerçants qui ont trompé les propriétaires de maisons en faisant miroiter les subventions du PITRC pour inciter à l'achat de produits et de services non recommandables, ont fait naître de sérieux soupçons à l'égard des sociétés qui conseillent les propriétaires de maisons sur les méthodes de réduire la consommation d'énergie. Par conséquent, la cause des économies d'énergie a fait marche arrière.

Depuis peu, un règlement du programme PITRC exige que tous les installateurs soient enregistrés à l'Office des normes générales du Canada. Ceci devrait assurer une certaine protection aux consommateurs. Une inspection indépendante du travail accompli pourrait également assurer une protection supplémentaire.

8. *Les services publics*
Lorsque la demande de gaz naturel n'est pas suffisante pour amortir le coût du système de distribution avec le revenu escompté provenant des propriétaires de maisons, aux taux existants ou aux taux futurs, certaines sociétés demandent aux constructeurs d'habitations à haut rendement énergétique de déposer des arrhes avant de fournir les services. Bien qu'une telle contribution soit justifiée pour amortir les coûts des services de gaz naturel (cette question n'a pas été examinée), elle va à l'encontre de l'économie d'énergie et

par conséquent, à l'encontre de l'adoption de mesures d'économie d'énergie par les constructeurs et les propriétaires de maisons. En somme, lorsqu'on exige de telles charges pour le gaz naturel, il vaut peut-être mieux faire appel à d'autres moyens.

Conclusions

En passant en revue les mesures qui peuvent être prises pour accélérer l'adoption de techniques à haut rendement énergétique dans les secteurs résidentiel et commercial, que ce soit lors de la construction ou à la suite de travaux d'amélioration, le groupe d'étude conclut que des incitations financières appropriées sont nécessaires pour venir à bout de la résistance des constructeurs et des acheteurs qui hésitent à investir dans ces techniques.

Les incitations financières relativement aux bâtiments résidentiels et commerciaux devraient prendre la forme de prêts sans intérêt ou à intérêt réduit pour aider les constructeurs et les entrepreneurs (dans le cas de nouveaux bâtiments), et les propriétaires (dans le cas de bâtiments existants), pour contrebalancer le coût de la mise en application des techniques d'économie d'énergie.

Par exemple, le gouvernement de la Saskatchewan, en coopération avec la *Saskatchewan Power Corporation* et la *Saskatchewan Housing Corporation*, offrent des prêts sans intérêt pour la construction de maisons à haut rendement énergétique. Le *Home Energy Loan Program* fournit un prêt sans intérêt de 3 000 $, remboursable sur dix ans, au premier propriétaire/occupant d'une maison qui est conforme à toutes les normes techniques minimales du programme. Ces normes prévoient une réduction de la demande de chauffage des locaux d'environ 75 p. 100 comparativement à une maison conventionnelle semblable. Le programme a pour objectif d'encourager la construction et l'achat de maisons à haut rendement énergétique en offrant une incitation qui réduit de manière importante le coût supplémentaire à court terme de construction ou d'achat d'une telle maison.

Des incitations financières devront être en vigueur pendant une période suffisante pour démontrer les avantages d'adopter, sur une large échelle, des techniques d'économie d'énergie, pour former les concepteurs, les hommes de métier, les inspecteurs et le personnel d'entretien et pour déterminer les niveaux de rendement satisfaisants de ces techniques. On pourrait remettre à plus tard le soin de déterminer si ces niveaux de rendement devraient être éventuellement incorporés dans des normes obligatoires, reconnues par un système d'étiquetage du rendement ou simplement servir de lignes directrices. Cependant, il est essentiel que les acheteurs soient avertis du rendement technique des appareils d'économie d'énergie, que des statistiques quant au rendement énergétique des immeubles soient disponibles et que le niveau de rendement annoncé soit certifié. Il est également nécessaire que les matériaux d'économie d'énergie soient éprouvés et qu'il soient garantis comme étant sûrs et efficaces.

Le fait d'adopter des techniques d'économie d'énergie dans les nouveaux bâtiments et de tenir compte de leur rendement, permettrait, avec le temps, de prédire exactement l'avantage financier que l'utilisateur pourrait retirer de ces techniques. Lorsque ces techniques pourraient entraîner des économies importantes, des programmes de démonstration de ces avantages pourraient faire l'objet d'une aide financière pour encourager l'adoption générale de ces techniques.

En général, les connaissances et les compétences existent pour évaluer les perspectives d'économie d'énergie pour les nouveaux immeubles commerciaux. Le principal obstacle à l'investissement réside dans le fait que la personne qui investit n'est pas celle qui retire les bénéfices (à l'exception des bâtiments occupés par les propriétaires). Le locataire ne tient généralement pas compte du coût de l'énergie, particulièrement pour un bail où le locataire paie tous les coûts. (Le coût total de l'énergie, en dollars, est important, mais en tant que pourcentage des dépenses commerciales, il ne représente pas un pour cent et en tant que pourcentage du coût du bail, il représente probablement moins de trois pour cent.

En général, le public acheteur ne sait pas évaluer le rendement énergétique d'une habitation et il ne connaît même pas les

raisons qui peuvent justifier, du point de vue économique le rendement énergétique. Cependant, cette remarque ne s'applique pas pour la Saskatchewan. Une analyse des programmes qui ont sensibilisé le public au rendement énergétique dans cette province devrait être entreprise avant d'établir des programmes de promotion des techniques d'économie d'énergie dans les maisons pour le reste du Canada.

Comme il a été mentionné auparavant, les difficultés proviennent des tactiques répréhensibles de certaines entreprises qui fournissent de l'équipement et des services en promettant une réduction de la consommation d'énergie. Pour corriger cette situation, il faudrait que des entreprises fiables et reconnues offrent des services de diagnostic et de vérification de la consommation d'énergie et que ces entreprises ne soient pas associées à celles qui se spécialisent dans l'installation des appareils. Quelques entreprises de ce genre commencent à apparaître. Cette tendance devrait être encouragée.

En outre, pour sensibiliser le public aux avantages des techniques d'économie d'énergie, les gouvernements devraient assurer la disponibilité, ou subventionner les coûts, des services de diagnostic et de vérification pour la consommation d'énergie dans les résidences. Le Québec et l'Cntario fournissent des services de vérification par le biais des services publics d'électricité. Il serait souhaitable que les renseignements ainsi recueillis puissent être conservés dans une banque de données aux fins d'analyse et de planification.

Cependant, la mesure du rendement énergétique par des techniques thermographiques et la détection de l'infiltration de l'air présentent certaines difficultés. Les observations suivantes en font état :
« À mesure que s'opère la sensibilisation aux questions énergétiques, l'équipement et les entreprises surgissent pour suppléer au manque d'expérience et de connaissances. Cependant, comme dans tout autre nouveau domaine, l'opinion varie sur ce qui constitue exactement une vérification satisfaisante du rendement énergétique d'une maison. Les réponses varient entre une batterie complète d'épreuves effectuées avec de l'équipement hautement spécialisé et une évaluation plus modeste du système de chauffage, de la construction de la maison et des notes mensuelles des services publics. » [12]

Les techniques de vérification du rendement énergétique sont nombreuses. On compte dans le commerce plus de cent programmes informatisés de vérification du rendement énergétique. Cependant, certaines notions et interpolations de faits connus ayant trait à l'utilisation énergétique doivent correspondre aux données d'entrée. Ceci cause de la confusion dans l'interprétation et l'application du programme et des données de sortie. Il arrive souvent que le même programme informatisé exploité par deux personnes différentes donne des résultats très différents (un écart aussi important que 30 p. 100). Les différences entre les programmes étant encore plus importantes, il est donc difficile de comparer les résultats.

En outre, selon certaines personnes compétentes dans ce domaine, soit *Chris Milne de Scanada Consultants Ltd.* d'Ottawa et le Dr D.G. Stephenson, coordonnateur du programme « Énergie » au Conseil national des recherches du Canada :
« (. . .) les résultats hautement détaillés obtenus avec les infiltromètres, la thermographie et les techniques de décomposition des gaz conviennent mieux aux projets de recherche qu'au besoin des propriétaires de maisons de connaître le degré d'étanchéité à l'air de leurs maisons.

« En outre, (. . .) toutes les variables qui doivent être considérées lors d'une analyse informatisée du rendement énergétique et des besoins de réfection d'une maison ne sont pas encore au point et il est nécessaire de faire d'autres recherches avant que ces programmes correspondent à la réalité. C'est au stade de la collecte de l'information que les infiltromètres, etc., peuvent jouer un rôle important ». [13]

Certaines techniques, procédés et méthodes d'économie d'énergie sont déjà disponibles dans le secteur de la construction. La question de savoir ce qui est approprié dépend du type de bâtiment et s'il s'agit d'un nouveau bâtiment ou d'un bâtiment existant qui a besoin d'être amélioré.

Les techniques les plus prometteuses pour économiser l'énergie dans les bâtiments résidentiels sont celles qui réduisent les exigences de chauffage, de ventilation et de climatisation en produisant des carcasses étanches à l'air et bien isolées, soit dès la construction ou à la suite d'améliorations ultérieures. Au Canada on a mis l'accent sur l'amélioration du niveau d'isolation des maisons, mais peu d'efforts ont été apportés à réduire l'infiltration de l'air. Des méthodes très simples sont déjà connues pour obtenir l'étanchéité à l'air et résoudre les problèmes liés à l'élimination des odeurs, des substances toxiques contaminantes et de l'humidité, tout en réduisant autant que possible la perte de chaleur. L'équipement nécessaire à cette fin est facilement disponible. La diffusion de ces techniques est un défi à relever. Des possibilités industrielles pourraient ainsi s'ouvrir au Canada.

À mesure que des travaux de réfection sont apportés aux résidences existantes et que les nouvelles maisons sont construites selon des normes de très haut rendement énergétique, de plus petits systèmes de chauffage, de ventilation et de climatisation seront nécessaires pour faire en sorte que les bâtiments aient un rendement énergétique élevé tout en étant salubres pour les occupants. La mise au point, la fabrication et la commercialisation de tels systèmes offrent d'autres perspectives techniques et commerciales intéressantes pour l'industrie canadienne.

Les petits édifices commerciaux présentent les mêmes possibilités d'amélioration du rendement énergétique que les résidences particulières, mais il faudrait davantage mettre l'accent sur des systèmes de commande intégrés et automatiques, sur le chauffage de l'eau et sur l'équipement commercial. Dans les grands bâtiments existants, l'attention devrait d'abord être accordée à l'éclairage, car c'est le secteur qui présente les plus grandes possibilités d'économie d'énergie. Les systèmes de commande de l'équipement de chauffage, de ventilation et de climatisation viennent ensuite.

Pour ce qui est de la construction des grands immeubles commerciaux, il faut d'abord mettre l'accent sur l'éclairage et par ordre d'importance, sur l'étanchéité de la carcasse, sur les systèmes de climatisation et sur les techniques de récupération de la chaleur.

Notes bibliographiques

Chapitre trois

1 Armstrong, Graham T., *Conservation Energy - Potential and Practice in Canada*. Présentation au Conservation Energy Seminar Series, Regina, Saskatchewan, le 24 juin 1980. (Révisé, octobre 1980.) p. 19.

2 Harrje, D.T., et al, *Locating and Eliminating Obscure but Major Energy Losses in Residential Housing*. Princeton University, mars 1979.

3 Johnson, Bryan, « An air-tight case for low energy », *The Globe and Mail*, Toronto, le 28 novembre 1981.

4 Riley, M., *A Survey of Super Efficient Housing, Construction Costs, Techniques and Issues*. Énergie, Mines et Ressources Canada, Ottawa, juillet 1981.

5 Peterson, David, *Energy Savings Potential Through Effective Lighting Control*. Document préparé sous contrat de l'Office of Building Energy and Development, U.S. Department of Energy. Warwick, Rhode Island.

6 Seth, D.S. et G.P. Laszlo, *Energy Conservation Study : Atmospheric Environment Service Building*. Ottawa,, juin 1977, p. 13.

7 Patterson, G.E., D.R. Code, T.H. Bennett, *Energy Conservation, Renewable Energy and Load Management Programs*. Toronto, septembre 1980, p. 59.

8 Ficner, Charles A., *An Overview of Residential/ Commercial Energy Consumption and Conservation in the IEA Countries*. Abrégé d'un document présenté à la conférence de l'Agence internationale de l'énergie : New Energy Conservation Technologies and their Commercialization, Berlin, 6-10 avril 1981.

9 Solar Energy Research Institute, *A New Prosperity : Building a Sustainable Energy Future*. Andover, Massachusetts, 1981, p. 30.

10 Agence internationale de l'énergie, *New Energy Conservation Technologies and Their Commercialization*. Compte rendu d'une conférence internationale, Berlin, 6-10 avril 1981.

11 Solar Energy Research Institute, *op. cit.* p. 107.

12 Peters, Wendy, « *Energy Auditing : techniques vary from simple assessment to sophisticated infiltration tests* », *Canadian Renewable Energy News*. Vol. 4 n° 9, Ottawa, novembre 1981, p. 40.

13 *Ibid.* p. 41.

4

Les techniques d'économie d'énergie dans le secteur des transports

L'utilisation de l'énergie dans le secteur des transports

En ce qui concerne la consommation de l'énergie, le secteur des transports compte pour environ 31 p. 100 de toute l'énergie utilisée au Canada. L'importance relative des diverses sources d'énergie utilisées dans ce secteur s'établit comme suit :

Tableau 4:1

Source	Pourcentage
Produits pétroliers et gaz de pétrole liquéfiés	95,7
Gaz naturel	3,9
Électricité	0,4

Source : Statistique Canada, *Bulletin trimestriel - Disponibilité et écoulement d'énergie au Canada, 1980: IV.*, pages 4-5

Comme l'indiquent les chiffres ci-dessus, le fait le plus saillant relativement à l'utilisation de l'énergie par le secteur des transports est celui de sa très grande dépendance à l'égard du pétrole. Il compte en effet pour plus de 95 p. 100 de tous les besoins en matière de transport au Canada. Dans un monde où le pétrole coûte très cher et où on ne peut plus compter entièrement sur les fournisseurs, ceux qui dépendent beaucoup des approvisionnements en pétrole de l'étranger sont extrêmement vulnérables.

Le tableau 4:2 fait ressortir un autre fait important, notamment que l'automobile est de loin le plus grand consommateur de pétrole pour le transport au Canada. Si l'automobile n'avait pas une place aussi prépondérante dans le mode de vie des pays occidentaux, le problème de l'énergie n'existerait peut-être pas.

Tableau 4:2

Consommation d'énergie dans le secteur du transport - 1979

Mode	Pourcentage	
Automobiles (essence)	48,2	
Camions et autobus (essence)	20,6	
Automobiles, camions et autobus (diesel)	10,7	
Total, transport routier		79,5
Transport maritime	7,7	
Transport aérien	7,6	
Transport ferroviaire	5,2	

Source : Canada's Automobile Fuel Consumption Policies and Programs. Énergie, Mines et Ressources Canada, octobre 1981.

Contenus énergétiques relatifs

Le contenu énergétique ne doit pas être confondu avec le rendement énergétique. Le terme contenu énergétique, qui s'applique davantage au transport des passagers plutôt qu'à celui de la marchandise, est lié au « facteur de charge » – le pourcentage de la capacité qui est effectivement utilisé. On obtient le facteur de charge en divisant le nombre de passagers-milles effectivement utilisés par le nombre de places-milles dont on dispose. Le *rendement énergétique* est déterminé en fonction de la consommation d'énergie par tonne-mille ou par passager-milles pour un facteur de charge donné et pour un parcours x.

Des économies d'énergie peuvent donc être réalisées en améliorant non seulement le rendement énergétique, mais également le facteur de charge. Une amélioration apportée à l'un ou l'autre de ces facteurs ferait diminuer le contenu énergétique de n'importe quel mode de transport et encore davantage en jouant sur les deux facteurs à la fois.

Les contenus énergétiques pour les divers modes de transport interurbain sont illustrés dans le tableau suivant, en tenant compte de ceux qui sont utilisés actuellement.

Tableau 4:3
Utilisation de l'énergie dans les transports interurbains

Véhicule	BTUs par passager-mille
Train (pleine charge, 120 milles-heure, places disposées comme dans un autobus)	432
Autobus (pleine charge)	520
Train (pleine charge, 120 milles-heure, espacement pour sièges larges)	650
Petite voiture (46 milles/gal., pleine charge)	805
Petite voiture (46 milles/gal., deux passagers)	1 610
ADAC DASH 7 (vol de 315 milles)	2 690
Avion à réaction Boeing 767 (vol de 315 milles)	3 200

Source : Les chiffres sur la consommation de l'énergie par les véhicules sur rail proviennent de la publication *Strategic Planning and the Railway Passenger Mode*, de l'Institut canadien de transports terrestres, Université Queen's, Kingston (Ontario). Les chiffres sur la consommation de l'énergie par les autobus proviennent de la publication *Intercity Passenger Transport Energy Efficiency : Data Base & Case Study*, Ata Khan, et al., préparée en 1979 pour la Direction des études stratégiques, Transport Canada. Les chiffres sur la consommation de l'énergie par les automobiles représentent des calculs directs. Les données sur la consommation de l'avion Boeing 767 proviennent d'une présentation faite par C.H. Glenn au Conseil des sciences du Canada à l'occasion de la conférence sur le transport interurbain des passagers, qui a eu lieu le 17 et le 18 mai 1979. Les renseignements sur la consommation de l'énergie par les avions ADAC proviennent de la publication *STOL and Short Haul Air Transportation in Canada*, préparée en 1978 par Transport Canada.

Des données et des statistiques contradictoires portant sur des comparaisons des contenus énergétiques relatifs de divers modes de transport ont été recueillies au cours des dernières années. Étant donné la complexité des questions en cause, le présent rapport ne peut servir à éclaircir d'une manière nette ces chiffres contradictoires. Le groupe de travail a reconnu l'exactitude des renseignements présentés dans ce rapport.

Les économies d'énergie dans le secteur des transports

Il y a deux moyens fondamentaux d'économiser l'énergie dans le secteur des transports. L'un d'eux consiste à augmenter le rendement énergétique de tous les modes de transport, tandis que l'autre vise à encourager le public à utiliser d'autres modes de transport (par exemple les trains et les autobus) lesquels, dans le cas d'une exploitation massive, consomment moins d'énergie (par exemple les avions et les automobiles). L'application avec succès de ces deux genres de mesures peut contribuer d'une manière importante à diminuer la consommation d'énergie au pays.

Automobiles

1. *Augmentation du rendement*

De nouveaux dessins aérodynamiques, l'utilisation d'éléments plus légers en alliages d'acier léger ou en aluminium à haute résistance, par exemple, et des moteurs/transmission améliorés constituent des moyens importants de réaliser des économies d'énergie dans le domaine de l'automobile. À titre d'exemple, citons :

a) l'utilisation de petits moteurs diesel ;
b) transmissions à vitesse multiple et à vitesse variable ;
c) commandes électroniques du moteur et de la transmission ;
d) moteur pouvant fonctionner avec plusieurs sortes de carburant, ou matériel de conversion ; et
e) amélioration dans les caractéristiques de charge des accessoires.

Les résultats d'une étude spéciale démontrent que si les consommateurs sont disposés à accepter certains changements sur les plans de la taille et de la performance des véhicules, les automobiles vendues aux États-Unis de 1995 à l'an 2000 pourraient atteindre un taux de consommation de 50 milles au galion. Les taux moyens de rendement pourraient dépasser les 70 milles au gallon à condition que le public choisisse d'acheter des véhicules nettement plus petits, ou que certaines techniques nouvelles et prometteuses puissent être commercialisées.[1]

Une autre étude propose des conclusions semblables, sinon encore plus frappantes. On imagine un parc automobile composé de véhicules légers qui auraient été redessinés afin d'atteindre une plus grande économie de combustible. Plus de la moitié du parc représenterait « des véhicules à quatre passagers et un nombre important de voitures à deux passagers. La puissance acheminée vers les roues motrices correspondrait à moins de la moitié de celle qui est présentement utilisée par les véhicules, grâce à des diminutions de poids, de traînée aérodynamique et de la résistance des pneus au roulement. Les véhicules seraient propulsés par des versions beaucoup plus efficaces des moteurs actuels à combustion interne, les transmissions et la puissance de pointe des moteurs ayant été optimisées en vue de l'économie du carburant. L'ensemble des techniques nécessaires à la réalisation d'un tel parc automobile hautement rentable existent actuellement. Elles servent à la fabrication de véhicules de série ou de prototypes qui ont presque atteint le stade de la commercialisation. »[2]

Il y a déjà eu des diminutions importantes dans le poids des voitures américaines ainsi que dans la taille et la puissance moyenne de leur moteur, sans entraîner une perte significative d'espace utile à l'intérieur. D'autres diminutions majeures de poids pourraient être réalisées en remplaçant l'acier par de l'aluminium, des plastiques renforcés avec des fibres et des éléments remplis de mousse.

« Les poids ultimes qui peuvent être atteints grâce à de telles substitutions entraîneront probablement une diminution de près de 40 p. 100 par rapport au poids des voitures actuelles de conception récente. On a parfois exprimé l'avis que des économies de carburant rendues possibles par l'emploi de matériaux légers risquent d'être anéanties par une augmentation de l'énergie nécessaire à leur fabrication. Ceci n'est pas le cas. D'une façon très générale, une réduction de 1 p. 100 dans le poids d'une voiture individuelle peut entrainer une diminution de 0,7 p. 100 de la consommation d'énergie pendant toute la durée du service de la voiture. Comme les voitures particulières actuelles consomment environ dix fois leur poids pendant leur durée d'utilisation, soit pour une distance parcourue de

100 000 milles, une diminution d'une livre dans le poids de la voiture se traduit par une économie d'environ 7 livres de carburant. Cette diminution compense plusieurs fois l'énergie de fabrication additionnelle nécessitée par l'emploi de matériaux de substitution légers. »[3]

Grâce à l'application méthodique de telles techniques, le facteur contenu énergétique pour une voiture moyenne peut être sensiblement réduit. Il ne semble pas, cependant, y avoir beaucoup de possibilités importantes de mettre au point, de diffuser ou de commercialiser les techniques d'économie d'énergie pour l'industrie canadienne dans le domaine important du transport par automobile. Le contrôle de la conception et de la fabrication dans l'industrie automobile est sous la juridiction des sociétés multinationales dont les sièges sociaux sont en dehors du pays. Les possibilités industrielles pour le Canada dans ce domaine dépendent donc des négociations relatives au partage de la production et des ententes concernant les exclusivités mondiales passées avec des fabricants étrangers. Ces sociétés peuvent avoir des plans de commercialisation qui ne tiennent pas nécessairement compte des préoccupations canadiennes.

2. *Contrôle des émanations et de la consommation excessive de carburant*
Le groupe de travail a examiné une proposition en vue de réduire les émanations et la consommation excessive de carburant dans les véhicules à moteurs utilisés actuellement, par la mise en oeuvre d'un programme d'inspection et d'entretien axé sur l'analyse des émanations.

Le gouvernement fédéral a établi en 1971 des normes obligatoires relatives aux émanations visant les nouveaux véhicules à moteurs. Les fabricants se sont conformés à ces normes. Malheureusement, comme la plupart des voitures sont mal entretenues par leur propriétaire, leur taux d'émission de substances polluantes ainsi que leur consommation de carburant deviennent rapidement excessifs.

De nombreuses études menées sur le parc automobile des États-Unis et du Canada ont révélé que le réglage du carburateur en vue de minimiser les émanations d'oxyde de carbone et d'hydrocarbure se traduit par une économie de carburant. Des données recueillies par Environnement Canada résument plusieurs études sur les avantages de l'analyse des émanations et de l'entretien en matière d'économie de combustible. Ces données indiquent qu'on peut, en moyenne, escompter une diminution de 5,5 p. 100 pour l'ensemble du parc automobile pour la conduite en zone urbaine, et de 1,8 p. 100 pour la conduite sur les grandes routes, l'économie globale étant de 4,4 p. 100. En se fondant sur les chiffres de consommation actuelle d'essence, ceci équivaudrait à économiser 18 000 barils de pétrole par jour.

Deux programmes d'inspection et d'entretien furent menés par le *Centre for Energy Studies* de la *Technical University of Nova Scotia*, en collaboration avec la Division des sources mobiles, de la Direction générale de l'assainissement de l'air d'Environnement Canada, à Halifax (Nouvelle-Écosse) en août 1979, et à Charlottetown (Île-du-Prince-Édouard) en juillet 1980. L'expérience effectuée en Nouvelle-Écosse a permis une baisse moyenne de la consommation d'essence de l'ordre de 2,7 milles au gallon, soit une économie de 16,6 p. 100. À l'Île-du-Prince-Édouard, l'amélioration moyenne du taux de consommation d'essence était de 13,8 p. 100.

Les économies de carburant réalisées dans ces deux expériences sont plus élevées que les 3 à 5 p. 100 d'économie réalisée dans les essais contrôlés en laboratoire. La différence s'explique par des facteurs autres que le réglage du carburateur. Les personnes responsables des essais ont insisté auprès des conducteurs sur des aspects importants de leur conduite, tels que le maintien d'une pression convenable des pneus et le fait d'éviter les grandes vitesses. Ces facteurs ont bien pu avoir un effet important sur l'économie de combustible au cours de la période qui a suivi l'essai. Si cela a effectivement été le cas, l'amélioration à long terme risque d'être moins marquée.

Selon les enquêtes effectuées au Canada, quelque 70 à 75 p. 100 des véhicules ne sont pas conformes aux spécifications des fabricants (principalement en raison du mauvais réglage du carburateur). En supposant que la norme du rapport de capture est de 70 p. 100, l'économie de plus de 3 p. 100 de combustible pourrait être réalisée pour l'ensemble du parc automobile. Il est à noter que ce chiffre provient de résultats d'essais en laboratoire, sans tenir compte des économies plus importantes réalisées dans le cadre de programme d'essais sur le terrain. Ce gain de 3 p. 100 doit donc être considéré comme une estimation prudente. Il y a de grandes chances qu'un programme d'inspection et d'entretien bien mené, comprenant certaines vérifications de la consommation du carburant (par exemple la pression des pneus), puisse donner lieu à de bien meilleurs résultats en ce qui concerne la consommation d'essence par le parc automobile.

En 1979, un comité consultatif technique, regroupant des organismes fédéraux et provinciaux ainsi que des industries et des groupes de consommateurs, a été convoqué en vue d'examiner des données récentes de recherche ainsi qu'une proposition relative à un programme d'inspection. Les travaux du comité ont révélé que la majorité des véhicules utilisés actuellement sont mal réglés et que les émissions et la consommation excessive de carburant sont principalement imputables à un mauvais réglage du carburateur.

Le Comité a conclu que « les deux problèmes des émissions et de la consommation de carburant excessive peuvent être attaqués le plus efficacement par la mise en oeuvre d'un programme d'inspection des émissions des véhicules à moteur *dans des zones métropolitaines précises*, en excluant les régions à faible densité de population ».[4] Ce programme serait appliqué dans des postes d'inspection régis par le gouvernement, bien que ces postes puissent être gérés par des entrepreneurs. Contrairement à certains programmes existants visant l'application directe des normes relatives aux émissions de véhicules nouveaux, le but de ce programme devra être plus simple, soit de s'assurer que chaque véhicule soit aussi conforme que possible aux normes de fabrication originales.

Dans certaines voitures de 1979 et de 1980 produites au Canada, on a introduit des commandes de réglage du mélange au ralenti, rendant l'accès aux vis de réglage du mélange très difficile, de manière à diminuer la probabilité du déréglage du carburateur. Cependant, selon des renseignements obtenus à propos de véhicules en cours d'utilisation, même ces dispositifs ont été tripotés, et les carburateurs sont encore sujets à des mauvais réglages.

Advenant le succès du règlement exigeant l'imposition de limitations relatives au réglage des carburateurs et l'emploi de systèmes inviolables, le besoin éventuel de programmes d'inspection des émissions de véhicules en cours d'utilisation disparaîtrait. Cependant, en ce qui concerne les domaines particuliers où des problèmes précis peuvent être solutionnés par un programme d'inspection et d'entretien, il peut être rentable de mettre en oeuvre un programme visant l'ensemble d'un parc automobile pour une période de quatre à six ans. Pendant cette période, la majeure partie de la distance aurait été parcourue par des véhicules munis des nouveaux dispositifs.

Un programme d'inspection et d'entretien des véhicules permettrait non seulement des économies sensibles d'essence, mais représenterait également une occasion pour les entreprises de fournir des services et de mettre au point des techniques s'y rapportant. En Nouvelle-Zélande, par exemple, le lancement d'un programme d'analyse des émissions de gaz d'échappement, parrainé par le gouvernement, visait à la fois les consommateurs et les personnes impliquées dans la réparation des automobiles. Des analyses gratuites des gaz d'échappement étaient offertes aux conducteurs à des dates choisies afin de souligner l'importance du bon fonctionnement du moteur en ce qui concerne l'économie du carburant. Les mécaniciens et les détaillants avaient intérêt à offrir ces analyses gratuites, car elles représentaient en même temps la possibilité d'effectuer les réglages et l'entretien considérés comme nécessaires suite à l'analyse des émissions. Un tel programme gouvernemental favoriserait la vente des installations de jauges à vide par les détaillants.

Puisque des gains immédiats importants peuvent être réalisés sur le plan de la consommation de l'énergie, le gouvernement fédéral devrait favoriser la mise en oeuvre d'un programme de sensibilisation du public et d'aide technique portant sur le bon entretien des véhicules à moteur. De plus, étant donné que les systèmes de carburation présumément « inviolables » des voitures vendues actuellement ne le sont pas toujours, des règlements devraient être institués en vue de s'assurer que les carburateurs dits à l'épreuve des manipulations le soient effectivement.

3. *Moteurs diesel*

Actuellement, le moteur le plus rentable à des fins de transport est le diesel. L'utilisation accrue de moteurs diesel présente la possibilité de réaliser des économies d'énergie importantes au Canada, en réduisant en même temps la dépendance du pays à l'égard du pétrole importé coûteux et dont l'approvisionnement est incertain. Si l'on examine le rendement thermique d'un moteur, c'est-à-dire le rendement du moteur relativement à la transformation de l'énergie renfermée dans le combustible en énergie mécanique, le moteur diesel présente un rendement thermique de l'ordre de 37 p. 100, tandis qu'un moteur à essence ordinaire n'a qu'un rendement thermique de 25 p. 100.

Dans le moteur diesel, le carburant est injecté directement dans le cylindre. Ceci assure un meilleur rendement que les moteurs « à carburation », dans lesquels le carburant et l'air sont mélangés avant d'être introduits dans le cylindre.

Le tableau 4:4 donne un aperçu de la demande en essence et en combustible diesel à des fins de transport routier au Canada.

Tableau 4:4
Un aperçu de la demande de combustible à des fins de transport routier, 1990-2000

	pétajoules par année		
	1980	1990	2000
Essence	1340	1215	1115
Diesel pour transport routier	220	400	605
Totaux	1560	1615	1720

N.B. : Les prévisions pour les années 1990 et 2000 représentent la moyenne d'une échelle possible de la demande.

La consommation de combustible pour moteurs deisel en 1980 est estimée à 20,8 p. 100 de celle d'essence, sur une base volumétrique, et à 16,5 p. 100 en termes d'équivalence thermique (BTU ou joules).

Source : Énergie, Mines et Ressources Canada, d'après des données fournies lors des auditions de 1980-1981 de l'Office national de l'énergie et dans la publication de 1981 de cet Office, intitulée « *L'énergie au Canada : offre et demande, 1980-2000.* »

On s'attend à ce que la demande en essence diminue d'environ 17 p. 100 au cours de la période de 1980-2000. Ceci sera attribuable à l'utilisation de véhicules à faible consommation d'énergie (qui seront le résultat de prix plus élevés pour l'essence et des normes relatives aux économies de combustible établies au niveau de la fabrication des véhicules), à l'introduction de moteurs diesel dans les automobiles, et à une modeste pénétration du propane et du gaz naturel comprimé sur le marché des véhicules légers. L'utilisation accrue de combustible pour moteur diesel à des fins de transport routier, de 17 p. 100 en 1980 à 43 p. 100 d'ici l'an 2000, donne naissance à des contraintes marquées au niveau de la capacité des raffineries de pétrole canadiennes à faire face à la demande, tout en maintenant la qualité des produits. Les raffineries canadiennes étudient présentement diverses solutions possibles à ces problèmes. Il est prévu que les distillats provenant du pétrole synthétique brut des sables bitumineux comblera le déficit en matière d'approvisionnement en combustible pour moteur diesel.[5]

Le gouvernement fédéral devrait tirer partie des possibilités industrielles que présentent les tendances vers une utilisation grandissante de combustible diesel dans le secteur du transport en Amérique du Nord. La création d'une usine de fabrication de moteurs diesel pour automobiles dans ce pays offrirait des possibilités importantes de développement industriel, d'emploi et d'exportation. Grâce à une initiative de ce genre, le Canada serait davantage en mesure d'appliquer une stratégie d'utilisation optimale de combustible à des fins de transport ainsi que de négocier des améliorations aux moteurs devant être vendus au Canada par d'autres fournisseurs. Les sociétés de propriété étrangère ne se préoccupent pas, à présent, de la satisfaction des besoins particuliers du marché canadien.

Transport aérien

Avant l'embargo de 1973 des pays de l'OPEP, le carburant comptait pour environ 10 p. 100 du total des dépenses opérationnelles de l'industrie aérienne canadienne. En 1980, cette proportion avait atteint les 20 p. 100. Il est prévu que d'ici 1985, le prix du carburant représentera environ 30 p. 100 du total de ces dépenses, pour passer ensuite à environ 35 p. 100 ou plus d'ici 1990. Ces projections tiennent compte du fait que l'industrie de l'aviation a déjà introduit de nombreuses améliorations sur le plan de rendement des opérations (altitudes de vols, manoeuvres aux aéroports, augmentation du nombre de, sièges, etc.), en supposant également une certaine augmentation du rendement des nouveaux avions.

Au cours des quinze dernières années, les transporteurs canadiens sur les grandes lignes et les lignes régionales ont diminué leur consommation d'énergie de plus de 50 p. 100 en termes de passagers-milles payants au gallon, dont 30 p. 100 depuis le début de la crise du pétrole en 1973.

Les améliorations les plus marquées au niveau du rendement énergétique dans l'industrie de l'aviation résultent de l'augmentation du nombre de sièges et des facteurs de charge, de la mise au rancart de nombreux avions à grande consommation de carburant et de pratiques d'économies d'énergie dans des activités de tous les jours. Grâce à la collaboration de Transports Canada, les avions ont pu voler à des altitudes plus efficaces, faire un plus grand nombre d'approches directes aux aéroports et fonctionner à des vitesses de croisière assurant la meilleure économie possible de combustible tout en conservant de bonnes conditions de vol.

On s'attend, bien entendu, à d'autres améliorations de la performance, soit de l'ordre de 20 à 30 p. 100, avec la prochaine génération d'avions donnant un meilleur rendement relativement à la consommation de carburant. L'amélioration globale escomptée ne dépassera vraisemblablement pas les 10 à 15 p. 100 cependant, vu que la flotte aérienne renferme des appareils appartenant à des générations diverses.

La prochaine génération d'avions commandés par les principales lignes aériennes, qui ne seront pas encore bien répandus avant 1983-1984, ne présente pas de modifications majeures sur le plan technique. Les cellules et les ailes ressembleront quelque peu à celles des appareils actuels et, à une ou deux exceptions près, les moteurs utilisés ne seront que des versions plus perfectionnées de ceux qui sont utilisés présentement. Le coût de conception d'un avion et de moteurs entièrement nouveaux est prohibitif actuellement et, compte tenu de la mauvaise situation dans laquelle se trouve l'industrie mondiale du transport aérien, il faudra en toute probabilité attendre plusieurs années avant de voir arriver sur le marché un avion à cellules redessinées et doté d'un moteur faisant appel à une technique nouvelle.

Il se peut que certains moyens de transport aérien, plus rentables sur le plan énergétique, apparaissent au cours de la prochaine décennie. Il est probable que des appareils plus légers que l'air entrent en service pendant les dix prochaines

années, mais ceux-ci ne représenteront vraisemblablement qu'un pourcentage minuscule de la capacité totale de transport aérien. L'avion moyen - long courrier à haute vitesse de type « PROP-FAN » fera peut-être concurrence aux appareils propulsés par des turbo-réacteurs à soufflante dans les dix années à venir. Il ne faudrait pas non plus exclure l'emploi, d'ici la fin du siècle, d'appareils hypersoniques à des fins particulières de transport à grande distance.

Comme dans l'industrie automobile, cependant, il ne semble pas y avoir beaucoup d'occasions intéressantes à saisir relativement à la mise au point et à la commercialisation de techniques d'économie de l'énergie dans le domaine du transport aérien, étant donné que la conception et la fabrication des matériaux au sein de cette industrie ne se font pas au Canada. Une exception notable est celle des petits avions spéciaux et des petits moteurs d'avions, où il est avantageux pour le Canada de se consacrer à des projets moins ambitieux.

Transport en commun

Le secteur des transports en commun, dans lequel le groupe de travail inclut le transport urbain et interurbain par autobus, autocar ou train, présente d'importantes occasions techniques à saisir pour l'industrie canadienne, ainsi que des possibilités très intéressantes d'économie d'énergie. Des économies d'énergie considérables pourraient être réalisées au Canada en changeant de modes de transport (notamment dans le cas de l'automobile), à la faveur du transport en commun. Comme il est indiqué aux tableaux 4:3 et 4:5, les autobus et les trains à passagers sont plus rentables en termes de passagers-milles que les voitures ou les modes de transport aérien.

Les véhicules routiers consomment presque 80 p. 100 de l'énergie utilisée dans le secteur du transport au Canada, ce qui représentait en 1978, un total de 243 millions de barils de pétrole. Chaque diminution de un pour cent de l'utilisation de l'automobile, en faveur du transport en commun, pourrait entraîner une économie de près de 1,2 million de barils de pétrole par an. On estime que l'existence de divers moyens de transport en commun pourrait attirer jusqu'à 10 p. 100 des utilisateurs d'automobiles, ce qui aurait pour résultat une économie éventuelle d'énergie de 12 millions de barils de pétrole par an.[6] L'acquisition et l'installation de nouveau matériel de transport terrestre en commun et la fourniture de services connexes se justifient donc amplement en termes d'économie d'énergie.

1. *Transport urbain*

La plus grande partie des voyages entrepris au Canada sont en milieu urbain. Il importe donc, pour ce qui est de l'économie de l'énergie, de prendre note du rendement relatif des divers modes de transport urbain. Le tableau suivant démontre clairement que le transport urbain est plus rentable sur le plan énergétique que la voiture particulière.

Tableau 4:5
Utilisation de l'énergie dans le transport urbain

Véhicule	BTU par mille/ passager
Métro ou véhicule ferroviaire léger (200 personnes aux périodes de pointe)	280
Autobus (67 personnes aux périodes de pointe)	460
Métro ou véhicule ferroviaire léger (100 personnes)	560
Autobus (41 personnes)	750
Petite voiture (36 milles au gallon, 4 personnes)	1 030
Petite voiture (36 milles au gallon, 1 personne)	4 130

Source : Transport 2000 Canada : la consommation énergétique des véhicules ferroviaires légers et du métro équivaut à 5 Kwh par voiture/mille, avec un taux de production d'énergie électrique par voie thermique de 30 p. 100 de rentabilité. La consommation donnée pour les autobus est de 5,5 mille-autobus par gallon de combustible diesel. La consommation pour une voiture est calculée directement.

Selon l'Association canadienne du transport urbain, plus de 40 p. 100 de la consommation de pétrole dans le secteur du transport et, par conséquent, environ 20 p. 100 du total de la consommation pétrolière au Canada est imputable à l'utilisation de voitures en milieu urbain. Étant donné que les trois quarts de la population urbaine du Canada a également accès au transport en commun, ces derniers présentent, de toute évidence, une occasion importante de réduire la consommation d'énergie au pays.

Les réseaux de transports en commun sont rentables dans les endroits où il est possible d'attirer les voyageurs en nombre suffisant. Les réseaux de Toronto et de Montréal sont déjà sur le point d'être saturés, et ceux d'Edmonton et de Calgary atteignent déjà des taux d'utilisation qui dépassent largement les prévisions. Il semble que des réseaux de transport bien organisés puissent stimuler les gens à ne plus dépendre des voitures pour le transport et contribuer ainsi de manière importante à économiser l'énergie.

Les avantages indirects, à savoir une réduction de la densité de la circulation, des durées de trajet plus courtes, un besoin moins pressant d'avoir des rues métropolitaines plus larges et plus d'espace pour le stationnement, seraient peut-être tout aussi importants que les économies directes d'énergie qui résulteraient d'une augmentation accrue des réseaux de transport urbain.

Une expansion accrue des réseaux de transport urbain et l'évolution des techniques dans ce domaine peuvent entraîner d'autres avantages pour le Canada, en menant à des possibilités industrielles exploitables sur le marché intérieur et sur celui des exportations. Le Canada a eu du succès dans la mise au point d'un tel réseau et de telles techniques. Cette initiative devrait par conséquent être encouragée.

2. *Autocars*

Les autocars servent au transport routier régulier sur les longues distances, sur les distances moyennes dans des corridors à haute densité, sur les courtes distances pour les personnes devant voyager tous les jours ou pour le service de banlieue, pour les liaisons entre l'aéroport et le centre-ville, pour le tourisme et les voyages nolisés, et pour le service de limousines destiné au personnel de direction.

L'augmentation du nombre des passagers observée aux États-Unis au cours des dernières années constitue l'indication selon laquelle les pénuries de combustible et les prix plus élevés encourageront davantage de gens à faire usage d'autocars pour le transport interurbain. Selon des porte-parole de l'industrie, la même tendance devrait se manifester au Canada.[7]

Comme il a été indiqué aux tableaux 4:3 et 4:5, l'autocar est un moyen de transport très rentable. L'utilisation accrue de ces véhicules contribuera, par conséquent, à réduire la consommation d'énergie à des fins de transport au pays.

L'industrie des autocars compte en général sur les mêmes fournisseurs que les fabricants de camions lourds. La majorité de ces fournisseurs sont aux États-Unis. Le choix et la disponibilité des composants utilisés pour la fabrication des autocars se limitent donc à ceux employés par l'industrie du camionnage. L'emploi de ces composants entraîne souvent des compromis au niveau de la conception et de la performance des autocars. Cependant, en raison du ralentissement des activités du marché des camions lourds aux États-Unis et de l'augmentation de la production des autobus, les fournisseurs se penchent maintenant davantage sur l'industrie des autocars, et ce particulièrement au Canada.

À cause de l'augmentation du prix du carburant, les fabricants d'autocars offrent à présent des ensembles moteurs/transmissions/rapport de pont intégrés par ordinateur en vue d'obtenir une performance optimale. On s'efforce de réduire l'ensemble du poids des véhicules en redessinant les composants des autocars et en employant des matériaux plus légers et plus forts. Quelques petites améliorations ont été réalisées sur le plan de l'aérodynamique en redessinant les carrosseries. Les commandes des organes accessoires sont en voie d'être réexaminées à fond en vue d'obtenir un rendement optimal en charge et de minimiser la consommation d'énergie lorsque le véhicule n'est pas utilisé. L'emploi de pneus radiaux par la majorité des utilisateurs d'autocars a permis des économies importantes de carburant.

L'utilisation de moteurs diesel à turbocompresseur est un des principaux facteurs permettant une meilleure économie de carburant dans l'exploitation des autobus. De tels moteurs sont, en général, plus rentables sur le plan de la consommation de carburant que les moteurs diesel à aspiration naturelle ; ils chauffent moins, sont plus silencieux et plus propres. Il est tout à fait vraisemblable que l'utilisation de ces moteurs dans les autocars devienne la norme dans un avenir immédiat.[8]

Certains experts soutiennent qu'en termes relatifs, même en tenant compte des progrès susmentionnés, l'autobus présente le moins de possibilités d'améliorations techniques parmi tous les autres modes de transport interurbain.[9] (Il a été remarqué que l'autobus articulé servant au transport interurbain constituait une exception à cela). En outre, les États-Unis dominent le marché nord-américain des autocars, ce qui a pour conséquence, entre autres, que les fabricants canadiens d'autocars doivent se conformer aux règlements américains en plus de ceux qui sont en vigueur au Canada. Donc, comme c'est le cas pour les automobiles et le transport aérien, il ne semble pas y avoir beaucoup d'occasions importantes à saisir par l'industrie canadienne relativement à la mise au point ou à la diffusion des techniques d'économie de l'énergie dans le domaine du transport interurbain par autocar.

3. *Service ferroviaire interurbain*
Au Canada, il serait possible de réduire en grande partie la consommation de l'énergie moyennant une exploitation plus intensive de services ferroviaires interurbains de passagers. Selon le rapport annuel de 1980 de VIA Rail Canada, le nombre de passagers payants qui ont voyagé en 1980 était de 6,8 millions, soit une augmentation de 41 p. 100 par rapport au total des passagers ayant voyagé sur les trains du CN et du CP en 1976. La tendance à la baisse de l'utilisation du train par les voyageurs semble donc terminée. Il reste, cependant, qu'une bonne partie du matériel de VIA Rail est démodé et coûteux à exploiter. Des 1 184 unités, comprenant locomotives et matériel de transport des passagers, appartenant à VIA Rail en 1981, 1 126 datent de plus de 21 ans.

L'élimination progressive des anciens trains et l'introduction de matériel moderne et rapide pour le transport des passagers économiseraient de l'énergie, amélioreraient les conditions de transport et stimuleraient une activité industrielle intense au Canada. (Les possibilités offertes par des réseaux ferroviaires électrifiés semblent particulièrement intéressantes à long terme ; cependant, comme le mandat du groupe de travail vise les possibilités techniques pouvant être exploitées dans un avenir immédiat, la question de l'électrification des chemins de fer ne fut pas étudiée davantage).

D'après une étude récente effectuée par l'Institut canadien de transports terrestres guidés, une ligne moderne et rapide de transport de passagers entre Montréal et Toronto pourrait réduire sensiblement le coût à l'unité, tout en fournissant une solution de rechange attrayante et rentable par rapport au transport par voiture et par avion, à condition de pouvoir exploiter un tel système en maintenant un facteur de charge suffisamment élevé.[10]

Avec une vitesse moyenne de 47 milles-heure, la ligne Ottawa-Toronto ne compte que pour 4 p. 100 de tout le trafic (8 p. 100 des voyageurs faisant appel au transport en commun). tandis que la ligne Montréal-Toronto, où la vitesse moyenne est de 67 milles/heure, accapare 14 p. 100 du trafic (soit 24 p. 100 du nombre de voyageurs empruntant les réseaux de transport en commun). L'étude menée par l'Institut canadien de transports terrestres guidés prévoit que, pour tous les corridors interurbains, un service ferroviaire fonctionnant à une vitesse de 120 milles-heure attirerait 25 p. 100 du trafic aérien actuel, et 10 p. 100 du trafic automobile, en se fondant sur les prix de 1980 pour le carburant.[11]

Le groupe de travail n'est pas nécessairement d'accord avec les conclusions de l'étude susmentionnée de l'Institut. Comme les 80 p. 100 des passagers locaux voyageant entre Montréal, Ottawa et Toronto voyagent, selon eux, pour des raisons d'affaires, il n'est pas vraisemblable que plus de 10 p. 100 des voyageurs qui empruntent la voie des airs change de mode de transport en faveur des chemins de fer, bien qu'une telle proportion ne soit pas négligeable.

Le transport ferroviaire interurbain de passagers offre au Canada une des occasions industrielles les plus prometteuses en ce qui concerne les économies d'énergie. La capacité technique du Canada dans le domaine des véhicules ferroviaires pour le transport des passagers est bien connue en dehors du pays. Il est reconnu, sur les marchés mondiaux, que le Canada possède actuellement des techniques de conception et de production des véhicules ferroviaires à passagers qui comptent parmi les meilleurs dans les Amériques.

Le Canada a acquis son savoir-faire dans ce domaine de deux manières, d'une part par le biais des techniques importées et modifiées en vue de satisfaire aux exigences nord-américaines et ensuite améliorées de façon à obtenir à la longue un produit bien canadien et, d'autre part, par des techniques innovatrices conçues et perfectionnées au Canada.

Les exemples suivants illustrent cette capacité technique :

a) le train LRC (pour léger, rapide, confortable), le train à haute vitesse à inclinaison le plus perfectionné au monde ;
b) le premier réseau intermédiaire de transports en commun tout à fait automatisé (UTDC) ;
c) des améliorations majeures ont été apportées à des systèmes de métro sur pneus mis au point à l'origine en Europe ; et
d) un système de production faisant appel aux techniques de fabrication les plus perfectionnées en Amérique du Nord.

Grâce au savoir-faire acquis au Canada en matière de véhicules et de systèmes de transport et en particulier au fait que l'industrie canadienne a grandement élargi sa gamme de produits de transport, la capacité technique des fabricants canadiens de matériel de transport augmente rapidement.

Afin de s'assurer que l'industrie du transport en commun soit suffisamment développée pour pouvoir faire concurrence sur les marchés mondiaux, des sources canadiennes de matériel de transport ont été établies aux niveaux secondaire et tertiaire. Il s'ensuit que les firmes canadiennes produisent actuellement presque tous les matériaux et les composantes nécessaires à la réalisation de réseaux modernes de transport ferroviaire. Ces nouvelles compétences sont déjà exploitées. Les trains LRC fabriqués pour VIA Rail contiendront environ 95 p. 100 d'éléments d'origine canadienne. Les wagons du métro en cours de fabrication pour le Mexique seront constitués à 80 p. 100 d'éléments canadiens.

Ainsi, la technique canadienne du transport des passagers sur voie ferrée est suffisamment évoluée pour satisfaire aux besoins nationaux et étrangers. Cette capacité contraste avec les autres modes de transport des passagers. Au Canada, ni le secteur de l'automobile, ni celui de l'aviation ne sont en mesure de se tailler une place équivalant à celle que le Canada a acquise sur les marchés mondiaux pour le matériel de transport des passagers sur rail.

Dans le secteur du transport des passagers sur rail, les sociétés canadiennes ont acquis la technique nécessaire à la conception des systèmes, à leur fabrication et à leur exploitation, sous tous les aspects, et elles peuvent fournir tous les éléments requis pour leur fonctionnement, allant des centrales d'alimentation jusqu'aux imprimeurs de billets automatiques et des rails jusqu'aux systèmes de surveillance et de contrôle électronique. Le Canada peut maintenant, en fait, pourvoir à toutes les exigences relatives à des réseaux complexes de transport ferroviaire des passagers.

Selon les chiffres les plus récents qui peuvent être obtenus, le Canada a exporté au cours d'une année, pour 300 millions de dollars de véhicules, ce qui représente des emplois pour environ 6 000 personnes. Si le Canada réussissait à conquérir seulement le tiers du marché nord-américain du matériel ferroviaire pour les services passagers, 10 000 emplois permanents seraient créés directement dans le secteur manufacturier, ce qui aurait, à son tour, un effet multiplicateur important sur l'ensemble de l'économie.

La reconnaissance de plus en plus grande du transport ferroviaire comme moyen efficace de se déplacer avec moins d'énergie favorise l'établissement de nouveaux réseaux ferroviaires ainsi que l'expansion et la modernisation de réseaux existants. Les augmentations récentes des coûts d'énergie et de main-d'oeuvre liées à l'exploitatoin des réseaux et, facteur peut-être encore plus important, les augmentations inévitables des coûts énergétiques futurs, soulèvent la nécessité de disposer de véhicules ferroviaires à passagers, de type nouveau et amélioré. Des autorails pour les grandes

lignes, permettant une exploitation efficace sur le plan de la consommation de l'énergie et attrayante en tant qu'unités indépendantes sur les lignes non-électrifiées, par exemple, seront nécessaires sur les corridors à densité moyenne de trafic. Les véhicules utilisés actuellement pour assurer les services de ce genre sont inefficaces sur le plan énergétique et ne sont pas attrayants pour les voyageurs ; les seuls véhicules de capacités égales capables de les remplacer sont fabriqués aux États-Unis. Il s'agit des autorails diesel. Le marché nord-américain éventuel pour ce genre de véhicule est de l'ordre d'environ un milliard de dollars.

Étant donné qu'approximativement le tiers du marché nord-américain pour ce genre de matériel est au Canada, il importe qu'il y soit fabriqué et perfectionné. Le groupe de travail est d'avis que si le gouvernement fédéral était disposé à souscrire pour la moitié du coût de développement industriel d'un nouvel autorail diesel, le secteur privé financerait l'autre moitié.

Contraintes gouvernementales

Les conflits de juridiction entre les divers paliers de gouvernement au Canada relativement à plusieurs modes de transport offrent un excellent exemple des obstacles institutionnels qui empêchent de parvenir à un système coordonné qui permettrait de tirer parti des techniques existantes d'économie de l'énergie. La majorité des réseaux de transport urbain sont sous juridiction municipale. Les réseaux de banlieue et interurbains, ainsi que la plupart des grandes routes, sont sous la juridiction des provinces. Quant aux réseaux de transport des passagers à longue distance (c'est-à-dire les liaisons ferroviaires et aériennes), avec leurs installations fixes, leurs droits de passage et leurs aéroports, ils dépendent du gouvernement fédéral. L'examen de l'ensemble du problème des transports fait ressortir la nécessité urgente de créer une structure de coordination afin de minimiser les effets des politiques contradictoires, d'encourager le public à utiliser des modes de transport plus efficaces au point de vue de la consommation de l'énergie, et de promouvoir l'achat de matériel approprié de transport en commun auprès de fabricants canadiens.

L'objectif visé étant de disposer des meilleurs réseaux de transport en commun, permettant une consommation minime d'énergie, une organisation inter-gouvernementale devrait être mise sur pied sous les auspices du gouvernement fédéral, pour assurer que les politiques et les programmes soient coordonnés de manière à encourager le public à changer de mode de transport, c'est-à-dire à passer du transport par automobile à des moyens plus rentables en matière de consommation de l'énergie et afin d'assurer que l'industrie canadienne profite autant que possible des achats de nouveaux matériaux.

Notes bibliographiques

Chapitre quatre

1 Solar Energy Research Institute, *A New Prosperity : Building a Sustainable Energy Future*. The SERI Solar/Conservation Study, Andover, Massachusetts, 1981, p. 295.

2 Gray, Charles L. Jr. et Frank von Hippel, « The Fuel Economy of Light Vehicles », *Scientific American*. Vol. 244, No. 5, New York, mai 1981, p. 49.

3 *Ibid*. p. 51.

4 Environnement Canada (Division des sources mobiles, Direction générale de l'assainissement de l'air) avec la collaboration du Comité des conseils techniques sur les émissions par les véhicules en usage. *Lutte contre les émissions et la consommation d'essence excessives par les véhicules en usage*. janvier 1981.

5 Steere, D.E., W.A. MacDonald and D.H. Stone, « Tar sands products bring changes », *Hydrocarbon Processing*. septembre 1981.

6 Bombardier Inc., *Submission to the Federal Task Force on Energy Conservation Technologies*, le 6 octobre 1981.

7 Pitre, Hubert, *Bus/Rail Dichotomy*. Exposé présenté à la *Inter-city Passenger Transport Conference*. Ottawa, les 21-22 mai 1980.

8 Donovan, F.M., *Bus/Rail Dichotomy*. Exposé présenté à la *Inter-city Passenger Transport Conference*. Ottawa, les 21-22 mai 1980.

9 Khan, Ata M., *Intercity Passenger Transportation : Energy Consumption Characteristics*. Exposé préparé à l'intention du Comité du conseil des Sciences sur les possibilités offertes par les transports au Canada. Ottawa, novembre 1980, p. 10.

10 Institut canadien de transports terrestres guidés, *Alternatives à l'aviation : un concept praticable pour le corridor Toronto-Ottawa-Montréal*. Kingston (Ontario), 1980.

11 *Ibid*.

5

Les techniques d'économie d'énergie dans le secteur industriel

Possibilités technologiques

Le secteur industriel de l'économie compte pour environ 32 p. 100 de la consommation nationale d'énergie. L'importance relative des diverses sources d'énergie utilisées dans le secteur industriel s'établit comme suit :

Tableau 5:1

Source	Pourcentage
Gaz naturel	32,4
Produits pétroliers et gaz de pétrole liquéfiés	26,9
Électricité (hydroélectrique et nucléaire)	25,9
Charbon et produits du charbon	12,7
Vapeur (principalement d'origine nucléaire)	2,2

Source : Statistique Canada. *Bulletin trimestriel - disponibilité et écoulement d'énergie au Canada*, 1980: IV, pages 4-5.

L'énergie ayant été très peu coûteuse et l'approvisionnement relativement sûr jusqu'à l'embargo du pétrole du Moyen-Orient, en 1973, il n'existait aucun motif bien pressant pour l'industrie de recourir à des mesures d'économie ou d'installer du matériel à bon rendement énergétique. De 1962 à 1972, la croissance annuelle de la consommation de l'énergie par l'industrie canadienne a augmenté de 4,9 p. 100 en moyenne.

Une étude effectuée récemment met en relief une augmentation semblable aux États-Unis, où l'on constate « une situation historique de sous-investissement en matière de rendement énergétique dans les industries, engendrée par des politiques publiques ayant encouragé les investisseurs industriels à accorder moins d'importance au rendement énergétique qu'ils l'auraient fait dans une situation de marché exempte de distorsion ». [1]

Même lorsque les coûts de l'énergie ont commencé à augmenter, les mesures d'économie de l'énergie, grâce à une adaptation des installations, étaient très coûteuses. Le principe de l'économie de l'énergie devient de plus en plus attrayant pour le secteur industriel, au fur et à mesure que le prix du pétrole rejoint les prix mondiaux et ce même si, en comparaison d'autres secteurs de l'économie, l'industrie canadienne a fait un meilleur usage de l'énergie au cours des années récentes. Selon des études concernant certaines industries majeures, des analyses de l'industrie et du gouvernement portant sur des possibilités d'économiser de l'énergie dans le milieu industriel, et aussi un examen du rendement de certaines entreprises, il semble qu'il soit possible, au cours de la période de 1972 à l'an 2000, de parvenir à une amélioration moyenne du rendement de l'ordre d'environ 50 p. 100 au sein de l'industrie canadienne.

Comme il a été souligné par M. Graham Armstrong, du ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, à l'occasion d'un exposé au groupe de travail, les améliorations sur le plan du rendement énergétique de l'industrie proviennent de trois facteurs principaux, c'est-à-dire :
« a) des procédés améliorés de fonctionnement et d'entretien, y compris des modifications aux installations existantes, peu coûteuses et à courte période d'amortissement (moins d'un an). On estime qu'il est possible d'économiser presque 15 p. 100 d'énergie par des initiatives de ce genre ;

b) l'adaptation ultérieure des procédés et des moyens en place qui nécessitent des investissements à coûts élevés et à périodes d'amortissement plus longues (un à six ans). Ces caractéristiques paraissent cependant avantageuses si on considère l'aspect économique de l'expansion des sources traditionnelles d'énergie. Les économies d'énergie pouvant être réalisées dans l'ensemble du secteur industriel, grâce à des mesures de ce genre, peuvent atteindre environ 25 p. 100 au Canada ; et
c) la mise au point et l'application de nouveaux procédés et systèmes assurant un meilleur rendement énergétique. Les économies d'énergie pouvant ainsi être réalisées pour l'ensemble du secteur ont été estimées à environ 10 p. 100 au cours de la période de 1972 à l'an 2000. » [2]

La plupart des grandes entreprises canadiennes à forte consommation d'énergie ont profité des changements apportés et en sont maintenant au stade de l'adaptation de leurs moyens et installations, dans le cadre du programme d'économie d'énergie.

Programme volontaire d'économie de l'énergie au sein de l'industrie
Le gouvernement fédéral a reconnu, il y a quelques années, le besoin d'un effort intense en matière d'économie de l'énergie dans le secteur industriel. Ceci a eu pour résultat, en mai 1975, une réunion des chefs des principales industries canadiennes, convoqués par le ministre de l'Énergie, des Mines et des Ressources d'une part et par celui de l'Industrie et du Commerce, d'autre part. Le gouvernement avait décidé d'encourager et d'appuyer les efforts librement consentis de la part de l'industrie. Il comptait faire usage de mécanismes du marché plutôt que de programmes à mandat pour solutionner les problèmes liés à la nécessité d'économiser l'énergie.

À la suite de la réunion de mai 1975, un programme volontaire mené par un groupe de travail axé sur l'économie de l'énergie dans le milieu industriel fut établi. Le président de son comité de coordination, Carl Wolf fils, a décrit dans les termes suivants la ligne de conduite gouvernementale et la réaction de l'industrie à ce programme :

« Un défi avait été lancé à l'industrie. Pouvait-elle encourager et appliquer volontairement des mesures d'économie d'énergie? Ce secteur de la société canadienne pouvait-il gérer convenablement ses propres affaires en matière d'énergie et ce faisant, éliminer le besoin d'introduire des programmes avec force de loi pour garantir l'utilisation rationnelle de l'énergie? L'industrie canadienne pouvait-elle jouer un rôle de premier plan et démontrer les conséquences des mesures d'économie d'énergie à d'autres secteurs de la société canadienne ?

« Le défi a non seulement été accepté, mais il a été accueilli favorablement par les chefs d'entreprise réunis. Cette encourageante stratégie, qui se caractérise par la collaboration et la consultation a été adoptée par le gouvernement comme une question d'importance nationale. C'est ce qui a marqué le début d'une relation et d'un programme unique industrie-gouvernement pour l'économie volontaire de l'énergie. »[3]

L'industrie a commencé par établir dix groupes de travail sectoriels, dont le nombre a été augmenté à seize, afin de promouvoir la réalisation des objectifs de ce programme volontaire d'économie de l'énergie en milieu industriel. Des buts furent fixés (avec échéance en 1980) quant à la diminution de la quantité moyenne d'énergie requise pour la réalisation d'un produit donné. Les résultats obtenus dans tous les secteurs industriels ont été compilés et dans l'ensemble, ils dépassent l'objectif préalablement fixé d'une amélioration de 12 p. 100 du rendement énergétique et ce, un an plus tôt que prévu. À la fin de 1980, l'amélioration moyenne du rendement était de 15,4 p. 100. On estime présentement qu'un gain semblable pourrait être réalisé entre 1980 et 1985, et on peut s'attendre à d'autres progrès dans ce sens jusqu'en 1990.

Des autorités du ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources ont estimé que le résultat cumulatif des mesures d'économie d'énergie au sein de l'industrie permettrait une amélioration du rendement de l'ordre de 40 p. 100, en faisant diminuer son taux de croissance moyen annuel de consommation d'énergie d'environ 2 p. 100 entre 1980 et 1990. L'économie qui résulterait, en termes d'équivalent-pétrole, en 1990, serait d'environ 600 000 barils par jour. Ceci représente la production de 6,7 installations d'extraction de sables bitumineux du type Syncrude[4], lorsque comparé à ce que la situation aurait été si les tendances d'avant 1973 étaient maintenues. Un autre facteur qui permet de se rendre compte des conséquences de ces mesures est le fait qu'il faut 2,2 milliards de dollars pour construire une usine d'extraction de sables bitumineux de type Syncrude. (Rappelons, à propos de ce chiffre, que la construction a débuté au printemps de 1978, et que les coûts ont fortement augmenté par la suite.)

Les mesures d'économie d'énergie augmentent en même temps la sécurité des approvisionnements en énergie pour le Canada, en conservant les sources d'énergie non renouvelables pour des besoins futurs. Ces mesures aident également à alléger les pressions sur les marchés des capitaux en évitant de recourir à des fonds pouvant servir à d'autres fins. Elles permettent aussi réduire la concurrence dans le recrutement d'une main-d'oeuvre hautement qualifiée et difficile à trouver, au moment où il existe un besoin pressant d'une telle main-d'oeuvre pour parer à d'autres nécessités. Parmi les autres avantages que l'on escompte tirer de l'application dans l'industrie, de mesures visant à améliorer le rendement énergétique, mentionnons une diminution des prix des produits, une concurrence accrue sur les marchés intérieur et extérieur, et des emplois en plus grand nombre.

Il existe deux facteurs essentiels qui motivent les entreprises industrielles à s'engager volontairement dans un programme d'économie de l'énergie. Premièrement, c'est intéressant au niveau des affaires, et deuxièmement, cela évite les longues consultations et la paperasse

engendrée par les programmes à mandat gouvernementaux pour appliquer et contrôler les mesures d'économie. Ce n'est donc pas d'autres programmes qu'il faut, mais plutôt une administration, une planification et une coordination sûre et efficace.

Les techniques d'économie de l'énergie applicables à l'industrie

Il est extrêmement difficile, vu le nombre et la diversité des entrprises appartenant au secteur industriel, de se mettre d'accord quant à la nature des techniques les plus prometteuses en matière d'économies globales d'énergie. L'aptitude de chaque technique à satisfaire un ensemble particulier de besoins variera selon que l'installation industrielle est déjà en place, et qu'on ne peut que la rééquiper, ou qu'elle est en voie de construction; il y a alors des considérations d'ordre régional qui entrent en ligne de compte. Les groupes de travail sur les économies d'énergie au sein de l'industrie canadienne ont relevé un certain nombre de projets d'économie d'énergie qui en sont soit au stade de l'étude de faisabilité, du perfectionnement technique, ou de la mise en oeuvre.[5] En outre, la liste suivante met en relief plusieurs techniques qui ont été portées à l'attention du présent groupe de travail en tant que techniques et procédés pouvant entraîner une diminution de la consommation de l'énergie dans le secteur industriel.

Liste de techniques

1. *Techniques de diagnostic*

a) Pour déceler les gaspillages d'énergie ;
b) Pour la vérification des bilans énergétiques.

2. *Production de l'énergie :*

a) Les brûleurs industriels à faible excès d'air (par exemple les dispositifs Vortometric®). Lorsque comparé aux brûleurs de type conventionnel, des économies de combustible d'au moins 5 p. 100 sont typiques. Les brûleurs Vortometric sont utilisés de part et d'autre dans le monde comme source de chaleur industrielle dans les raffineries et pour certaines applications marines, en utilisant divers combustibles. La technique est tout à fait au point pour ce qui est de l'utilisation de combustible conventionnel, cependant, certaines modifications s'imposent relativement à l'emploi de combustible non conventionnel.

b) Le système de traitement de déchets liquides industriels Wetox®. Il s'agit d'une technique économique pouvant être utilisée pour le traitement de déchets qui sont trop concentrés pour pouvoir utiliser un processus biologique, et trop dilués pour l'incinération. L'oxydation est autothermique et aucun apport d'énergie externe n'est requis pour chauffer le réacteur. L'énergie produite peut être récupérée sous forme de vapeur ou d'eau chaude ou elle peut servir au préchauffage de l'eau d'alimentation de chaudière.

3. *Moyens de contrôle :*

a) Appareils de contrôle pour :
   i) fluxmètres massique et thermique améliorés et moins chers ; et
   ii) mécanismes de commande et d'équilibre de flux thermique.

4. *Récupération de l'énergie provenant de la chaleur résiduaire et de matériaux combustibles :*

a) Techniques de récupération de la chaleur de l'air ayant servi à la ventilation des mines souterraines ;
b) Techniques de récupération de la vapeur d'eau provenant du pulpage thermomécanique par recompression de la vapeur ;
c) Techniques permettant une meilleure récupération de la chaleur des gaz de cheminée de petites chaudières ;
d) Techniques de récupération de condensats contaminés en cours d'utilisation ;
e) Techniques de préchauffage du charbon à coke ;
f) Techniques d'extinction à sec du coke ;
g) Techniques de préchauffage de la ferraille en vue d'augmenter l'efficacité de fusion dans les fournaises à oxygène basique ;
h) Techniques de préchauffage de copeaux de bois par l'emploi de gaz résiduaire ;
i) Cycle Rankine organique (pour réutiliser les gaz de fourneau et d'étuve) ;
j) Techniques relatives à l'utilisation en cascade de l'énergie (décrite avec plus de détails dans la section qui suit) ;
k) Cogénération industrielle (décrite avec plus de détails dans la section qui suit) ;

l) La solution de problèmes liés à l'emploi d'échangeurs de chaleur en rapport avec ;
   i) les courants de chaleur corrosifs ou contaminés ;
   ii) des domaines plus larges de fonctionnement ;
   iii) des taux de rendement améliorés ;
   iv) des taux de flux réduits dans les fourneaux à oxygène basique.

m) Caloducs. Ce dispositif est constitué d'un tuyau scellé renfermant un fluide de travail à sa tension de vapeur caractéristique. Lorsque l'extrémité d'un caloduc est exposée à une température plus élevée, le fluide qui est en contact avec la paroi chauffée absorbe la chaleur et s'évapore. La vapeur se déplace ensuite vers l'extrémité plus froide, où elle libère de la chaleur en se condensant. L'efficacité du caloduc pour l'acheminement de la chaleur rend le dispositif particulièrement intéressant pour la réalisation de systèmes de récupération de la chaleur et pour les procédés de transformation de l'énergie. Les caloducs peuvent servir, entre autres, à récupérer la chaleur de l'air tiré des cuisines de restaurant, à des fins de chauffage des locaux ou de climatisation par absorption, à la gazéification du charbon, et à la réduction des émissions de gaz d'échappement de moteurs à essence ; et

n) Pompes à chaleur (décrites avec plus de détails dans la section qui suit).

5. *Le remplacement des procédés à faible taux de consommation d'énergie :*

a) Filtrage (au lieu d'évaportation) ;

b) La technique des membranes employée dans les procédés chlore-alcali ; et

c) Osmose inverse (décrite avec plus de détail dans la section qui suit).

Techniques particulières

Parmi les techniques et procédés passés en revue par le groupe de travail, celles qui suivent sont considérées comme présentant des possibilités importantes et sont décrites en détail : *utilisation en cascade de l'énergie, la cogénération industrielle, les pompes à chaleur et l'osmose inverse*. Il faut se rappeler, cependant, que ces procédés et techniques ne sont décrits qu'à des fins d'illustration, en vue de démontrer qu'il est possible de réduire la consommation de l'énergie dans une grande mesure en faisant appel à des techniques déjà existantes, à condition de manière méthodique. (Tandis que l'utilisation en cascade d'énergie et la cogénération industrielle peuvent être appliquées dans un avenir rapproché, d'autres travaux de mise au point seront nécessaires avant que les pompes à chaleur et l'osmose inverse puissent être utilisées dans une large mesure dans les grandes installations industrielles).

1. *Utilisation de l'énergie en cascade*

L'utilisation de l'énergie en cascade dans le secteur industriel peut être conçue comme une façon d'organiser l'écoulement de l'énergie à travers les divers systèmes, procédés de production et matériel dans une usine, selon un cheminement permettant un rendement maximum dans l'ensemble des activités d'exploitation. La chaleur de dégradation provenant d'une activité devient utile pour une autre activité et ainsi de suite, jusqu'à ce que l'énergie qui reste soit dégradée au point de ne plus servir à rien. L'essentiel dans l'utilisation de l'énergie en cascade consiste à adapter la forme ainsi que la qualité de l'énergie aux besoins réels dans le but de s'assurer qu'elle soit utilisée selon une séquence où la qualité amoindrie soit toujours suffisante pour les besoins de l'activité à laquelle elle doit servir.

Dans la majorité des procédés industriels, de grandes quantités de chaleur sont dissipées dans le milieu environnant, en tant que produit de déchets des activités des installations. La température de la chaleur perdue peut varier entre 30°C, dans le cas de l'eau utilisée dans les procédés ordinaires de refroidissement industriel et 1 100°C, pour les gaz résiduaires évacués par les fourneaux et les étuves dans certains procédés.

Dans la pratique, on se sert souvent d'énergie primaire de haute qualité pour effectuer toutes les tâches, même lorsque des besoins en énergie se limitent à de la chaleur dont la température est bien au-dessous de celles des flammes de combustibles fossiles, ou du maximum possible pouvant servir à la production d'électricité. Il serait possible que certaines de ces tâches soient accomplies en utilisant de l'énergie de qualité inférieure, y compris la chaleur récupérée à partir des débits thermiques résiduaires.

La technique de l'utilisation de l'énergie en cascade se limite habituellement à l'emploi de la chaleur pouvant être acheminée assez facilement d'un endroit à un autre, ou entreposée dans des sites intermédiaires. La proximité, la séquence de disposition du matériel et des procédés industriels ainsi que la méthode d'acheminement de la chaleur résiduaire récupérée à la suite d'une fonction pour ensuite servir à une autre nécessitant de la chaleur de qualité inférieure, deviennent des facteurs clés dans la conception de l'installation industrielle. Il faut mentionner également que l'énergie qui ne peut plus être utilisée dans une installation industrielle peut encore être utile en dehors de celle-ci : un exemple évident est celui du chauffage par îlots utilisé pour les immeubles commerciaux, les développements résidentiels ou les serres.

Plusieurs projets de démonstration de ce genre en agriculture et en aquiculture fonctionnent déjà ou sont en voie de planification. Un rapport publié par le ministère de l'Énergie de l'Ontario contient la citation suivante :
« Par exemple, l'eau chaude rejetée du complexe nucléaire Bruce sera utilisée pour le chauffage de serres et afin d'améliorer la productivité de l'élevage commercial de poissons en appliquant les principes de l'aquiculture selon lesquels, l'eau maintenue à une température donnée peut multiplier par un facteur de deux ou de trois les taux de croissance normaux de certaines espèces de poissons. À titre de préparation, une serre de démonstration où on utilise une source de chaleur conventionnelle, fonctionne déjà près de Kincardine. Une autre, mais de dimensions plus restreintes est également utilisée par Ontario Hydro à la centrale nucléaire de Pickering.

« En plus des projets AgriPark et des centrales de Bruce et de Pickering, Texaco Canada a annoncé, en collaboration avec l'université de Guelph, des plans relatifs à l'établissement d'un complexe de serres situées à proximité de sa raffinerie de Nanticoke. TransCanada Pipelines, en collaboration avec le *Northern College of Applied Arts and Technology*, effectue des expériences sur l'utilisation de gaz d'échappement en provenance de sa station de compression située à Ramore (près de Kirkland Lake) dans la culture de légumes en serre. INCO, pour sa part, utilise de l'air chauffé ayant servi à la ventilation des galeries de mines souterraines à éclairage artificiel. Vu que 80 p. 100 des végétaux verts à salade, des tomates et des concombres consommés sont importés, ces projets présentent un intérêt agricole évident qui va au-delà de l'amélioration simple du rendement. »[6]

On estime que les principales industries consommatrices d'énergie au Canada, c'est-à-dire l'industrie du bois, des mines, de la fabrication et de la production de la charge de base thermo-électrique, ont utilisé quelque 2 878 trillions de BTU d'énergie en 1976, dont 45 p. 100 ou 1 257 trillions ont été dissipés dans un milieu environnant sous forme de gaz et de liquide chaud résiduaire. L'analyse de cette perte de chaleur démontre que, sur le plan technique, l'emploi de matériel et de moyens techniques existants pour l'utilisation d'énergie en cascade aurait permis de récupérer 355 trillions de BTU, soit l'équivalent d'environ 60 millions de barils de pétrole par an, ce qui correspond à la production de 1,8 usine Syncrude d'extraction de sable bitumineux.

Tandis que diverses sortes de matériel et de techniques - échangers de chaleur, cogénération et réseaux de chauffage centralisés, par exemple - sont déjà relativement bien au point et sont utilisés par l'industrie, presque aucune tentative n'a été faite jusqu'ici, en vue de mettre complètement au point la technique d'utilisation de l'énergie en cascade. Ceci s'applique non seulement à l'échelle de l'installation, mais également à l'acheminement de la chaleur au-delà des limites des usines vers d'autres installations industrielles, ou encore à des fins telles que le chauffage par îlots, l'agriculture et l'aquiculture.

Au stade de la planification et de la mise en oeuvre des systèmes d'utilisation de l'énergie en cascade, notamment dans le cas de la nécessité des transferts d'énergie entre usines et entre secteurs, il sera peut-être nécessaire de régler le problème des obstacles institutionnels, tels que les mesures législatives, les règlements, les normes, les pratiques et les attitudes. Les questions d'ordre juridique, touchant aux droits d'admissibilité et aux responsabilités de chacun des participants, doivent être réglées convenablement.

Pour pouvoir profiter pleinement des possibilités de récupération de la chaleur perdue, il faudra compter en grande partie sur le transfert de chaleur perdue industrielle entre secteurs en vue du chauffage par îlots ou autres systèmes semblables, lesquels pourraient, ensemble, absorber presque 70 p. 100 du total de l'énergie récupérable. Un tel taux de récupération pourrait être réalisé en utilisant du matériel existant. Les niveaux de chaleur de 100°C ou moins peuvent à présent être utilisés à grande échelle, seulement lorsque des réseaux importants de chauffage par îlots ou des systèmes semblables existent à proximité des sources de chaleur perdue. Cependant, de nombreuses installations libèrent des quantités importantes d'eau à une température variant entre 60°C et 80°C – ce qui est bien plus qu'il ne faut pour satisfaire aux besoins internes actuels en chauffage des locaux et en alimentation de remplacement des chaudières.

L'exploitation à fond du principe de l'emploi de l'énergie en cascade nécessiterait l'établissement de systèmes intégrés de consommation d'énergie. Ceux-ci devraient être adaptés soit aux caractéristiques des procédés et du fonctionnement des installations particulières, à celles d'installations industrielles avoisinantes, ou encore à celles d'utilisateurs dans d'autres secteurs. Une telle mise en oeuvre peut être réalisée par des mesures d'adaptation ultérieure, cependant elles sont plus efficaces et plus économiques lorsqu'elles ont été prises en considération au moment où ont été prises les décisions concernant la conception et le site d'implantation des nouvelles installations.

Il existe pour les industries, deux façons d'atteindre un meilleur rendement énergétique. Elles peuvent soit :
a) investir dans de nouveaux procédés et matériaux offrant un meilleur rendement énergétique, éliminant ainsi les grandes déperditions de chaleur ; ou
b) mettre au point ou acheter du matériel de récupération de chaleur perdue ainsi que d'autres sources d'énergie perdue, afin de s'en servir pour les procédés existants.

Le choix dépend de facteurs tels que la nature de l'industrie, l'âge des installations, l'accès à des capitaux et la quantité d'énergie requise pour les activités de production. Lorsqu'il est question de l'expansion ou de la modernisation des moyens de production, le principal objectif consistera à éliminer la production de chaleur inutile moyennant l'introduction de nouvelles techniques. La récupération de chaleur perdue ne sera envisagée que dans les cas où il est impossible d'éviter la production de chaleur inutile. Dans la sidérurgie, par exemple, le four Martin, qui nécessite beaucoup d'énergie, a été remplacé par le four à oxygène basique, qui ne requiert pas l'utilisation de combustibles fossiles. Dans le même ordre d'idée, le coulage de billettes est en voie d'être remplacé par des méthodes de coulage en continu. Avec cette méthode, il est possible de remplacer les fours à réchauffer inefficaces par l'emploi de chauffage par induction, ce qui nécessite moins d'énergie et n'engendre que très peu de pertes de chaleur. Dans le cas des aciéries, il est préférable de ne pas investir dans du matériel de récupération de chaleur des fours à réchauffer, lorsqu'il est possible de remplacer ces fours par les nouveaux fours à oxygène basique. Dans ce contexte, les projets de récupération de la chaleur perdue sont vus en tant que solution temporaire nécessitant un taux élevé de rentabilité. On y a recours en attendant l'adoption et l'acquisition de nouveaux matériaux et procédés à meilleur rendement énergétique.

2. *La cogénération industrielle*

On entend par cogénération l'emploi séquentiel de l'énergie en vue de produire simultanément (a) de l'électricité ou de la puissance sur arbre, et (b) de la chaleur pouvant être utilisée pour certains procédés. Cette dernière peut être sous forme de gaz chauds servant au séchage, ou sous forme de vapeur d'eau.

La cogénération (ou la chaleur et la puissance combinées, comme on l'entend en Europe) est un moyen d'atteindre un rendement énergétique maximal, habituellement en rapport avec les procédés industriels, par opposition à la recherche du rendement électrique maximal. Tandis que le rendement du cycle de production d'électricité (ou de puissance sur arbre) est réduit, celui de l'ensemble du cycle

thermique est augmenté d'environ 10 p. 100. Pour une valeur totale de un mégawatt (MG) d'énergie produite par cogénération, il y aurait, avec un facteur de charge typique de 75 p. 100, une économie annuelle de plus de 6 000 barils de pétrole ou l'équivalent.

Dans une étude préparée à l'intention du ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources[7], laquelle était fondée sur des résultats obtenus pour l'année 1977, le potentiel total de cogénération à des fins techniques au Canada était estimé à 4 200 MW, dont 1 200 MW était déjà produits par ce moyen. Ainsi, pour cette année-là, la cogénération a permis d'économiser l'équivalent de 7 200 000 barils de pétrole, soit la production de 0,2 usine d'extraction de sables bitumineux Syncrude. Il aurait été possible, en théorie, d'en économiser encore 18 000 000 de barils, l'équivalent de la production de 0,5 usine d'extraction Syncrude.

Le total du potentiel technique de cogénération des provinces et des industries s'établit comme suit, par ordre de décroissance :

Ontario	1 447 MW
Colombie-Britannique	891 MW
Alberta	776 MW
Québec	694 MW
Nouvelle-Écosse	174 MW
Autres	292 MW
Pâtes et papiers	1 902 MW
Raffineries	958 MW
Produits chimiques	604 MW
Aliments et boissons	196 MW
Secteur de la fabrication	192 MW
Autres	422 MW

Les techniques et procédés actuels ne permettent pas, cependant, de récupérer à peu de frais toute cette chaleur perdue.

L'énergie pour la cogénération peut provenir de pratiquement n'importe quelle source. Ceci est particulièrement avantageux lorsqu'elle peut être fournie par des déchets ou des sous-produits, par exemple les déchets forestiers ou agricoles, ou encore les ordures municipales. Les déchets de bois servent déjà à des fins de cogénération dans l'industrie des pâtes et papiers. Dans la sidérurgie,l'énergie peut être récupérée à partir des déchets gazeux.

En Allemagne, où le charbon est directement accessible et où il existe un programme nucléaire, 28 p. 100 du total de l'énergie électrique produite au pays provient d'utilisateurs industriels par la cogénération. Au Canada, par contre, seulement 3 p. 100 provient d'utilisateurs industriels. La cogénération industrielle était très répandue en Allemagne bien avant la Seconde Guerre mondiale, probablement à cause de la faiblesse et de l'inconstance du gouvernement central entre la Première Guerre mondiale et la prise du pouvoir par Hitler. Une grande partie de l'imposante infrastructure industrielle du pays fut établie au cours de cette période et les entreprises individuelles devaient se préoccuper de l'auto-suffisance énergétique. À la fin de la Seconde Guerre mondiale, l'emploi de cette technique, qui était au point, a été maintenu. Il a même semblé logique de l'élargir. Au Canada, cependant, l'energie nécessaire aux procédés industriels pouvait, dès le début du siècle, être obtenue d'entreprises de services publics ou privés, sous forme d'électricité à bon marché. Il n'y avait donc pas de problème pour lequel la cogénération présentait une solution.

L'importance d'économiser l'énergie par tous les moyens possibles est maintenant universellement reconnue, suite à l'augmentation énorme des prix du pétrole depuis 1973-1974, ainsi qu'à l'amenuisement des ressources pétrolières et à l'insécurité de l'approvisionnement. Il en résulte que la cogénération semble dorénavant beaucoup plus attrayante comme moyen d'économiser l'énergie ; les avantages de la cogénération, du point de vue de l'économie ainsi que de la sécurité de l'approvisionnement en énergie, pour l'ensemble du Canada, dépasseraient largement tous les avantages financiers qu'elle serait susceptible d'apporter uniquement aux utilisateurs du secteur privé, à condition d'être appliquée à grande échelle. Ces avantages proviendraient d'une diminution de la demande en hydrocarbures, ce qui est important pour un pays qui dépend excessivement du pétrole sous-marin coûteux. La cogénération, qui profite déjà au pays dans la mesure où son potentiel a été exploité dans certains domaines, pourrait le faire davantage en augmentant la sécurité de l'approvisionnement pétrolier, en réduisant la charge des paiements internationaux et en créant des débouchés dans le secteur manufacturier canadien quant à la mise au point des techniques requises. Les occasions à saisir dans ce contexte ne se situent pas sur le plan de la mise au point de techniques nouvelles, les techniques requises ayant déjà été maîtrisées. Il s'agit plutôt de leur application sur une plus grande échelle, de leur adoption à l'échelle nationale et de leur exportation éventuelle. Comme les avantages indiqués sont susceptibles de profiter à l'ensemble du pays, une participation plus grande du gouvernement est entièrement justifiée, en vue de stimuler l'emploi massif de la cogénération industrielle.

Les obstacles à l'adoption à grande échelle de la cogénération se situent essentiellement au niveau des institutions. En d'autres termes, ils ne sont pas de nature technique, mais proviennent principalement des relations réglementaires et négociées entre l'industrie « cogénératrice » et le service public d'électricité. Ces obstacles seront examinés ci-dessous. Il suffit de noter pour l'instant que le potentiel de cogénération est accru lorsqu'il est possible d'échanger directement de l'électricité entre l'installation de cogénération et l'entreprise de services publics. Une installation de cogénération fonctionnant à plein régime produit habituellement un surplus d'électricité pouvant être vendu à une entreprise de services publics ou à un autre utilisateur. Des ententes préalables bien définies sont nécessaires afin de pouvoir vendre et transmettre cette énergie excédentaire. Les relations entre l'industrie et l'entreprise de services publics sont compliquées, non seulement en raison de certains règlements, mais également à cause des divergences dans les objectifs.

Certains services publics provinciaux, notamment ceux de l'Ontario, du Manitoba et de la Colombie-Britannique, ont récemment réexaminé leur politique d'achat de l'électricité. Ils ont également laissé tomber des politiques de fixation des prix en vertu desquelles les usines possédant des moyens de cogénération auraient été obligées d'offrir à l'entreprise publique un prix privilégié ou de l'assurance, relativement à l'électricité d'appoint dans les cas de demandes excessives ou de panne du matériel de cogénération.

Les considérations d'ordre économique continuent d'être le principal facteur influant sur l'adoption de la cogénération. Le principal obstacle à franchir est, du point de vue des responsables de l'industrie, celui du taux de rentabilité des investissements en cogénération. Comme la production d'électricité est habituellement en dehors des préoccupations principales d'une industrie et étant donné l'existence d'autres initiatives possibles susceptibles d'attirer des investissements, l'industrie ne se lancera pas dans des projets de cogénération à moins que ses taux de rendement soient au moins égaux à ceux d'autres initiatives nécessitant des investissements. Il se peut également que le secteur privé soit peu disposé à engager des capitaux, pour la cogénération, dans des installations où la demande en électricité a été réduite grâce à l'introduction d'autres méthodes d'économie de l'énergie.

Les besoins en vapeur et en électricité de chaque installation industrielle sont très particuliers. Un grand nombre d'usines ne se prêtent pas à la cogénération industrielle, en raison de variations dans leur mode de fonctionnement, ou de leurs exigences restreintes en énergie. Les usines qui se prêtent le mieux à la cogénération, sur le plan technique, sont celles caractérisées par un facteur de charge élevé en vapeur d'eau et en électricité. On compte parmi celles-ci les usines de pâtes et papiers, les usines de fonte et les raffineries de pétrole. Bien que l'électricité supplémentaire puisse toujours être vendue à une entreprise de services publics, la cogénération ne sert à rien lorsqu'il n'est pas nécessaire de produire de la chaleur industrielle, étant donné que celle-ci est tout simplement perdue.

Afin de stimuler l'implantation de la cogénération, le gouvernement fédéral accorde actuellement une déduction fiscale, accélérée et linéaire, sur deux ans, pour les dépenses d'immobilisation portant sur du matériel de cogénération (catégorie 34, annexe II de la Loi de l'impôt sur le revenu). En outre, le gouvernement fédéral et plusieurs gouvernements provinciaux offrent des subventions dans le but d'encourager une meilleure utilisation des déchets en tant que source d'énergie et d'encourager également le remplacement du pétrole par d'autres combustibles.

Le matériel de cogénération est au point; il est fabriqué au Canada et il est facile de se le procurer. En dépit de cela, le marché intérieur demeure largement inexploité, comme les chiffres mentionnés précédemment semblent l'indiquer. Les chaudières à vapeur à haute pression, qui sont très répandues dans l'industrie, ainsi que les turbines à vapeur qui sont couramment utilisées par les services publics d'électricité, en constituent de bons exemples. Ces matériaux sont fabriqués au Canada. Il est donc évident que la capacité technique ne représente aucun obstacle quant à l'adoption et à l'utilisation accrue de la cogénération. Étant donné que cette capacité technique n'est pas exploitée à fond, une bonne occasion se présente aux fabricants de matériel de cogénération. Le défi consiste à savoir saisir cette occasion.

Comme il a été mentionné ci-dessus, lorsque la cogénération doit être utilisée pour desservir plusieurs utilisateurs, l'obstacle principal à son implantation provient de problèmes institutionnels. Mentionnons, à titre d'illustration, des situations dans lesquelles une industrie peut disposer d'une source de combustibles considérés normalement comme des déchets; par exemple la sciure et les copeaux d'une scierie. De la chaleur et de l'électricité, qui ne seraient pas considérées comme étant « supplémentaires », obtenues à partir de ces « déchets », pourraient être fournies à des industries ou à des agglomérations voisines. Une méthode aussi facile et économique d'utiliser les déchets comme combustibles n'a pas été adoptée, en raison de l'hésitation des personnes concernées par investissement dans un système de cogénération et dans son exploitation.

Il est concevable, aujourd'hui, d'établir des moyens de cogénération, dans le cadre de la création d'un complexe industriel ou commercial. Il s'agirait d'un prolongement du rôle reconnu des entreprises de services publics consistant à fournir de l'électricité. Perçues comme telles, les installations de cogénération pourraient être financées au tarif réduit dont profitent actuellement des entreprises de services publics. Ceci fournirait un motif valable pour augmenter la production d'équipements de cogénération en créant un marché pour ce genre de produits.

Cependant, la majorité des provinces n'ont pas d'institutions telles que la Corporation de l'énergie de l'Ontario qui, a condition de disposer de l'autorité et de la capacité d'emprunt nécessaires, pourraient voir à l'établissement de moyens de cogénération dans des situations appropriées. Quant aux entreprises de services publics, elles ne se sont généralement pas préoccupées de favoriser la cogénération. Le mandat que leur confère la loi ne les encourage pas ou ne les autorise pas toujours à le faire, en raison de la difficulté d'intégrer les possibilités de cogénération dans la planification à long terme de la capacité de production d'énergie, en raison d'une surcapacité actuelle dans certains cas, et aussi en raison de leurs obligations juridiques qui consistent à fournir le service le plus sûr et le plus économique à tous leurs clients. (Il faut noter, cependant, que l'Hydro Québec considère sérieusement des offres de capitaux à des taux réduits de financement, comme ceux pour les entreprises de services publics, relativement à de tels projets de cogénération, et songe peut-être même à participer à de telles initiatives.)

3. *Thermopompes*

On définit comme suit la thermopompe : « une machine thermodynamique à cycle de réfrigération qui déplace la chaleur d'une source à basse température vers une masse à température plus élevée par l'apport de travail. Lorsque l'on souhaite obtenir des températures basses, pour la climatisation ou la réfrigération, par exemple, la thermopompe enlève la chaleur non voulue en l'acheminant vers une masse à plus haute température (telle que l'air chaud ambiant de l'extérieur ou l'eau). Lorsqu'il est nécessaire de satisfaire à des exigences de chauffage à haute température, la thermopompe fournit l'énergie nécessaire en la tirant d'une source à basse température. Il y a donc peu de différence entre un réfrigérateur et une pompe ; la différence provient entièrement du but du procédé. »[8]

La majorité des thermopompes utilisées actuellement sont des machines à cycle de réfrigération qui font généralement appel à l'emploi d'une substance réfrigérante à phases liquide-vapeur comme fluide de travail dans un cycle de compression de vapeur entraîné par un moteur électrique.

D'énormes possibilités sont offertes par les thermopompes en tant que dispositifs permettant d'économiser l'énergie au niveau industriel, commercial et résidentiel. Dans le fonctionnement des thermopompes, la chaleur expulsée est la somme de la chaleur extraite de la source à basse température et de l'énergie externe introduite dans le système de thermopompe. Le total de la chaleur expulsée dépasse donc toujours la quantité d'énergie requise pour le fonctionnement du dispositif. Le coefficient de rendement, c'est-à-dire le rapport de la chaleur produite à la sortie à l'énergie ajoutée, est donc toujours supérieur à l'unité.

Les thermopompes constituent le seul moyen d'augmenter la qualité de l'énergie thermique entreposée dans un système. Les applications possibles des thermopompes sont nombreuses et personne n'a encore cherché à en faire l'inventaire. Pour nombre d'applications, y compris la plupart des applications résidentielles et commerciales, la même machine peut servir à la climatisation et au chauffage. Pour certaines utilisations industrielles, la thermopompe peut servir au refroidissement à une échelle de température donnée et au chauffage simultané à une autre échelle de température. Dans les brasseries, par exemple, les thermopompes pourraient être utilisées pour enlever la chaleur des cuves à fermentation et « pomper » cette chaleur en vue d'accroître la température de l'eau devant servir ailleurs dans l'établissement. Dans les grands édifices commerciaux, des thermopompes ont été utilisées afin de « pomper » la chaleur du côté chaud du bâtiment (charge solaire, ou chaleur produite à l'intérieur même) vers le côté le plus frais du bâtiment.

Il existe d'autres exemples d'applications des thermopompes : le séchage du papier, un des procédés industriels qui consomment le plus d'énergie ; les procédés nécessitant l'ébullition, dans lesquels la vapeur de sortie peut être recomprimée et réinjectée dans le procédé à une température plus élevée ; la récupération des solvants par le pompage direct des vapeurs, le séchage du bois dur en vue de réduire les pertes occasionnées par le voilage, les fissures, etc., et pour réduire le temps pendant lequel le bois doit rester à l'établissement de traitement ; le séchage des briques et des céramiques ; l'évaporation des aliments et du lait et la concentration de solutions telles que les boissons sucrées et alcoolisées.

Sauf quelques établissements où l'on sèche le bois dur, on ne se sert pratiquement pas de thermopompes dans les industries de traitement au Canada. On attribue ce fait au faible rendement économique lié habituellement à l'installation des thermopompes.

Presque toutes les activités de production nécessitent de la chaleur industrielle et environ la moitié de l'énergie utilisée dans l'industrie canadienne est requise à des températures inférieures à 200°C. L'emploi de thermopompes serait avantageuse quant à la fourniture de vapeur ou d'eau chaude pour des fins industrielles, en utilisant une source de chaleur de basse température, que l'on perd actuellement, et parfois à un coût très élevé. Dans beaucoup d'installations, on trouve des quantités importantes d'eau de 60 à 80°C de température, qui servent à présent pour le chauffage des locaux ou, à une échelle limitée, comme eau de remplacement pour les chaudières.

La gamme actuelle de thermopompes industrielles que l'on peut se procurer sur le marché a été conçue en vue de la récupération et de l'acheminement de la chaleur à partir des circuits liquides et vers

eux seulement. La température de fonctionnement la plus élevée qui peut être atteinte avec ce genre de thermopompes est de 104°C. Cette limite de température est très contraignante, étant juste endessous de la température de chauffe de la vapeur industrielle à basse pression, de 121°C et de 15 livres au pouce carré. La mise au point d'une thermopompe industrielle capable d'augmenter la température de l'eau au-delà de son point d'ébullition (jusqu'à 120°C ou 130°C) pourrait être extrêmement avantageuse. Elle rendrait possible l'amélioration de cette source d'énergie qui est pratiquement gaspillée, en la transformant en vapeur à basse pression utilisable avec un apport énergétique comparativement faible.

Certaines difficultés techniques retardent la mise au point de thermopompes et de matériel connexe. Ce sont : la mise au point ou la découverte d'une substance réfrigérante convenable qui n'est pas susceptible d'entraîner une dégradation chimique à long terme dans la gamme de températures de fonctionnement proposées ; la mise au point de joints d'étanchéité de roulements qui sont inattaquables par la substance réfrigérante et la conception du matériel connexe de production de vapeur et d'échange de chaleur. En outre, les plus grandes thermopompes que l'on peut se procurer sur le marché pèsent une centaine de tonnes. (La capacité étant d'environ 1,2 million a.j./h. ou 400 kw). Il faudrait donc plusieurs unités pour nombre d'applications industrielles. L'espace nécessaire pour accueillir le nombre d'unités requises ne rend pas une telle proposition économique.

Le plus grand inconvénient du système le plus couramment employé pour faire fonctionner une thermopompe, soit le système électrique de compression et de réfrigération de la vapeur, provient de la dépense d'une source énergétique de haute qualité – l'électricité. L'élimination de cette source de travail est largement responsable du succès économique apparent de divers systèmes de réfrigération par absorption chimique et par absorption-vapeur exploitée commercialement. Ces systèmes peuvent être alimentés par n'importe quelle source d'énergie de relativement basse qualité, telle que de la vapeur résiduelle.

La réfrigération par absorption est attrayante, en tant que technique d'économie de l'énergie, lorsque l'on dispose d'une source de chaleur perdue et/ou qu'il existe un besoin de refroidissement ou de climatisation. L'industrie alimentaire, l'industrie de traitement de la viande ou les établissements commerciaux, où la chaleur évacuée et perdue pourrait servir comme source d'énergie pour le chauffage des locaux pendant l'hiver et pour la climatisation pendant l'été, sont des exemples de situations où ce genre de réfrigération pourrait être employé.

Aux États-Unis, plusieurs procédés par absorption, qui pourraient fonctionner avec de la chaleur de faible qualité, sont à l'étude, principalement par le ministère américain de l'Énergie et les laboratoires Sandia.

Il semble que le Conseil national de recherches du Canada (CNRC) soit le seul à effectuer de la recherche, et ce sur une échelle limitée, sur la technique par absorption. On prévoit faire une démonstration d'un procédé ammoniaque-eau, lequel pourrait servir à des fins de réfrigération à bord de chalutiers de pêche, à l'aide des gaz d'échappement du moteur diesel du bateau comme source de chaleur.

Mis à part le perfectionnement de ces thermopompes de « seconde génération », capables de fournir une température plus élevée, ou de celles capables d'utiliser de la chaleur de faible qualité comme énergie d'entraînement, de nombreux problèmes liés à la technique existante ont eu tendance à décourager une plus grande exploitation de ces dispositifs. Les thermopompes air-air, par exemple, utilisées pour le chauffage résidentiel, ont plusieurs défauts : un de ceux-ci provient du fait que lorsque la température à l'extérieur tombe au-dessous d'environ 45°F, la température du serpentin extérieur est généralement plus basse que le point de congélation, et du givre s'accumule dessus. La plupart des thermopompes sont conçues de façon à dégivrer le serpentin extérieur en renversant temporairement le cycle (pendant de deux à dix minutes) afin d'y acheminer du fluide réfrigérant

chaud pour faire fondre le givre. Le dégel par renversement du cycle peut, en fonction de la température extérieure, augmenter de cinq à dix pour cent la quantité annuelle d'énergie requise pour le fonctionnement de la thermopompe.

En plus des études limitées du CNRC sur les techniques plus poussées relatives aux thermopompes, on prévoit faire plusieurs démonstrations dans le cadre du « programme de thermopompes industrielles ». Les objectifs consistent à démontrer les capacités du matériel actuel et à donner la possibilité d'acquérir une expérience utile et pratique par l'installation des équipements au complet et leur utilisation dans plusieurs procédés industriels courants, notamment pour la production d'huile comestible, de pâtes et papiers, de produits laitiers, de plomb et d'argent, et pour la préparation de la volaille.

4. *Osmose inverse*

Lorsque deux solutions à concentrations inégales, mais à pression égale, sont séparées par une membrane semi-perméable, le solvant passera de la solution la plus dilluée vers la solution la plus concentrée par osmose. Si l'on applique suffisamment de pression sur la solution la plus concentrée, le solvant se déplace dans le sens inverse, produisant ce que l'on appelle l'osmose inverse. Il est possible, grâce à ce procédé, de concentrer un produit voulu ou d'éliminer certains contaminants d'une solution. Tandis que le principe de l'osmose est connu depuis plus de cent ans, la possibilité d'inverser le flux fut négligée en raison de l'absence de membranes semi-perméables suffisamment fortes pour résister aux pressions nécessaires pour changer le sens de la migration.

Au début des années 1960, l'osmose inverse a fait son apparition comme technique pouvant avoir des applications pratiques, suite à la mise au point d'une membrane synthétique en acétate de cellulose, par S. Lobe et S. Sourirajan à l'université de Californie, Los Angeles. Les caractéristiques de cette membrane étaient telles qu'elles pouvaient être pressurisées et qu'elles laissaient passer l'eau (comme solvant) beaucoup plus facilement que les solutés dissous. M. Sourirajan effectue présentement de la recherche sur la technique des membranes, sur une petite échelle, au Conseil national de recherches.

Les méthodes courantes de séparation de produits industriels et commerciaux ont été la distillation, l'évaporation par étapes multiples, ou la congélation ; tous ces procédés nécessitent des capitaux et de l'énergie en quantité. L'énergie thermique nécessaire à la distillation de l'eau dans les meilleures installations de distillation à étapes multiples (où la chaleur industrielle est réutilisée pour jusqu'à 40 étapes) est environ dix fois plus considérable que celle requise pour l'osmose inverse. Étant donné que la technique de l'osmose inverse n'en est qu'à ses débuts, par comparaison avec les méthodes ordinaires et éprouvées de la séparation, il est probable que ce rapport de dix s'accentuera encore bien davantage. Le fait d'éviter la distillation permet d'économiser une quantité considérable d'énergie, rendant ainsi l'osmose inverse très attrayante à ce point de vue.

La première application commerciale de cette nouvelle technique a été la production d'eau potable à partir de l'eau salée et de l'eau saumâtre. L'utilisation de l'osmose inverse pour extraire le sel de l'eau a, par la suite, pris rapidement de l'ampleur, comme le démontrent des chiffres estimatifs qui indiquent que, d'ici 1985, le Moyen-Orient pourrait disposer d'une capacité totale d'osmose inverse de 47,5 millions de gallons par jour. On compte parmi les applications industrielles de l'osmose inverse la préparation d'eau ultra-pure pour l'élaboration de produits pharmaceutiques, de semi-conducteurs et la production d'énergie électrique. On fait appel, dans l'industrie des semi-conducteurs, à un lavage avec de l'eau très pure, après le décapage et d'autres procédés de traitement, en vue d'enlever les contaminants qui risqueraient de raccourcir la durée d'utilisation des éléments fabriqués.

En se fondant sur les coûts actuels, l'osmose inverse peut concurrencer la distillation dans la production d'eau d'alimentation de chaudière de haute qualité, utilisée pour la production d'électricité thermique. La pénétration de l'osmose inverse dans ce marché avance rapidement dans de nombreux pays, y compris les États-Unis. Une installation située au Nord de l'Angleterre fournit un million de gallons

par jour d'eau d'alimentation de chaudière pour une raffinerie de pétrole. En Hollande, une installation produisant 2,5 millions de gallons par jour a été établie dans une brasserie. D'autres applications du procédé sont la récupération de l'eau dans les usines de l'industrie automobile, le recyclage de l'eau de décharge des distilleries, la récupération des solutions de soude et de sulfate, le traitement des effluants d'usines de pâtes et papiers, la production d'eau de refroidissement purifiée pour les aciéries (4 millions de gallons par jour au Japon) et dans les industries du tannage, des aliments marinés et des engrais. Une des plus grandes installations d'osmose inverse existe en Union soviétique, fournissant 3,3 millions de gallons par jour d'eau purifiée pour la production de vapeur injectée dans des puits de pétrole près de la mer Caspienne.

En plus des applications actuelles, plusieurs autres utilisations quasi-commerciales expérimentales sont en voie d'être développées, telles que le traitement des eaux usées, diverses méthodes de lutte contre la pollution, des procédés de séparation dans le traitement des aliments et dans la séparation de produits comme l'alcool de l'eau.

Depuis environ 1965, la somme cumulative des investissements dans les membranes pour l'osmose inverse a atteint environ 400 millions de dollars, tandis que les investissements engagés dans les composants connexes dépassent deux milliards de dollars. Les nouveaux investissements annuels sont présentement de l'ordre de 200 millions de dollars et de un milliard de dollars respectivement. Il est prévu que le taux actuel de croissance du marché va augmenter de plus en plus vite au cours de la prochaine décennie. Le principal facteur responsable de ce taux élevé de croissance est l'économie d'énergie que permet cette technique, bien qu'elle ait également des applications importantes dans la prévention de la pollution.

Une entreprise des États-Unis a récemment gagné le *Kirkpatrick Chemical Engineering Achievement Award* de 1981 pour son effort de mise au point de l'osmose inverse. Selon un article publié dans *Chemical Engineering*, cette distinction lui a été accordée en reconnaissance de ses « efforts pour introduire un système ingénieux à fibre creuse qui permet, pour la première fois, une utilisation pratique des membranes perméables pour les séparations gazeuses à grande échelle ».

L'entreprise affirme que ce nouveau séparateur, appelé « Prism », convient particulièrement au fractionnement des gaz à infiltration rapide, tels que l'hydrogène et le gaz carbonique. On prévoit également que ce dispositif aura une influence majeure dans des domaines divers, des procédés à l'ammoniaque et des procédés pétrochimiques à la récupération de pétrole tertiaire. Tandis que d'autres procédés plus conventionnels de séparation des gaz, tels que les méthodes cryogéniques, l'absorption par variation de la pression et l'absorption dans les liquides, consomment des quantités relativement importantes d'énergie, le nouveau procédé à osmose inverse n'en nécessite que très peu. Cette technique est possible en raison du fait que la différence de pression qui fournit la force nécessaire à la séparation est presque toujours présente, étant donné que les gaz d'arrivée sont déjà généralement sous une pression adéquate.

Mis à part les possibilités commerciales du procédé, il peut avoir des conséquences énormes sur l'économie de l'énergie. On considère en effet qu'aux États-Unis seulement, son utilisation permettra la production annuelle de quelque 500 milliards de pieds cubes ordinaires d'hydrogène. La production de gaz carbonique avec un faible apport énergétique peut avoir des conséquences encore plus colossales, du fait que les champs pétrolifères américains renferment quelque 15 à 30 milliards de barils de pétrole éventuellement récupérables (se prêtant à la récupération du pétrole tertiaire en utilisant le gaz carbonique). L'extraction d'un baril de pétrole nécessite l'injection de 5 000 à 12 000 pieds cubes ordinaires de gaz carbonique. Il est intéressant de constater que le CNRC se sert, depuis le début des années soixante, du procédé de l'osmose inverse pour la séparation des hydrocarbures gazeux et des liquides en laboratoire, à une échelle limitée. Il n'existe cependant encore aucun procédé commercial canadien.

La plupart des fournisseurs de matériel d'osmose inverse ne disposent que de composants, spécialement de membranes, ou de systèmes, bien que certains soient en mesure de fournir les deux. L'élément qui caractérise l'osmose inverse est la membrane, et ce sont les fournisseurs de membranes qui se sont surtout préoccupés de la dissémination de cette technique. Les fournisseurs de systèmes ont tendance à être des entreprises de génie qui se chargent de l'assemblage de composants en vue de satisfaire à des besoins particuliers, plutôt que de les produire en série.

La majorité des fournisseurs de membranes se trouvent aux États-Unis ; les firmes européennes ressemblent aux plus petites entreprises américaines oeuvrant dans ce domaine. Cependant, le nombre de sociétés européennes en mesure de fournir des installations d'osmose inverse a augmenté d'une façon marquée au cours de la dernière décennie. Avec l'aide technique du CNRC, une entreprise canadienne fournit actuellement des systèmes d'osmose inverse au Canada, à une petite échelle.

D'autre part, les entreprises japonaises semblent chercher à accaparer une part importante du marché mondial des membranes, plutôt que de s'occuper de la fourniture d'éléments spéciaux. Elles travaillent présentement à la mise au point de membranes pouvant concurrencer directement les plus grands fournisseurs américains. Une de leurs entreprises, par exemple, fabrique des membranes qui ont eu du succès à travers le monde, et dans des conditions de concurrence directe. Au Canada, l'industrie ne déploie pratiquement aucun effort en vue du perfectionnement technique du procédé par osmose et on peut en dire autant pour les laboratoires du gouvernement, en dépit du fait que M. Sourirajan, qui est un des chercheurs les plus cotés au monde dans ce domaine, travaille au CNRC depuis un bon nombre d'années. À cause surtout de la taille restreinte de cette section du Conseil national de recherches, la seule influence majeure qu'elle a pu avoir a consisté à former les chercheurs d'autres pays, par exemple, le Japon, la Chine et les États-Unis. Ceux-ci ont ensuite été en mesure de faire des investissements et de déployer des efforts plus importants quant à cette technique chez eux.

À l'échelle mondiale, le Japon semble être le seul pays à avoir reconnu pleinement les possibilités offertes par cette technique en tant que procédé à faible consommation énergétique. En plus des activités industrielles déjà mentionnées dans ce pays, le Japon met présentement sur pied un institut, auquel on a accordé un budget annuel de 10 millions de dollars, consacré uniquement à l'étude et à la commercialisation plus poussée de l'osmose inverse. Cet institut sera placé sous la direction de spécialistes formés par M. Sourirajan au CNRC. Les progrès techniques réalisés jusqu'ici de par le monde ont consisté à pousser plus loin les découvertes faites par M. Sourirajan lorsqu'il travaillait à l'université de la Californie (Los Angeles) - amélioration des taux d'écoulement des solvants en solutions aqueuses, en utilisant un nombre limité de genres de membranes, principalement en acétate de cellulose ou en polyamide, par exemple.

En pratique, l'osmose inverse a été appliquée commercialement pour la séparation de solutions aqueuses et de certaines solutions gazeuses. En théorie, la technique pourrait servir à la séparation d'un très grand nombre de composés, soit en phases liquides ou en phases gazeuses, à condition de pouvoir trouver une membrane semi-perméable appropriée. Une étude faite par le *SRI International Business Intelligence Program* contient le passage suivant :
« Bien que l'application de la technique des membranes à l'extraction du sel soit maintenant relativement au point, elle ne l'est pas en ce qui concerne d'autres procédés de séparation par osmose inverse. L'élaboration de membranes devant servir à des fins spéciales constitue donc un domaine d'avenir. La membrane unique sera, en outre, affranchie de concurrence. . . . La mise au point ultérieure de membranes qui sont stables à des températures élevées et à des degrés de PH extrêmes donnera éventuellement naissance à un grand nombre de commerces spécialisés, par exemple pour la séparation des produits pétrochimiques. »[9]

Il est vraisemblable qu'un nombre important des industries à forte consommation d'énergie, telles que les raffineries de pétrole, l'industrie pétrochimique et l'industrie du traitement des aliments, dont la majeure partie de l'énergie utilisée sert à la séparation de composés par distillation, par évaporation et par précipitation colloïdale, feront appel à des techniques d'osmose inverse. Les industries du pétrole et des produits chimiques consomment à elles seules plus de 8 millions de barils d'équivalent-pétrole par an à des fins de production de chaleur industrielle.

L'emploi de l'éthanol pour « allonger » l'essence, que l'on étudie encore sérieusement au Canada, est plus rentable économiquement en raison du coût élevé de sa séparation d'une solution aqueuse mais aussi à cause d'un mauvais rendement énergétique (la production de l'éthanol nécessite presque autant d'énergie que le produit fini en contient). Comme il a été mentionné précédemment, M. Sourirajan et ses collaborateurs ont déjà effectué des études préliminaires sur la séparation par osmose inverse de l'éthanol contenu dans des solutions aqueuses. La mise au point d'un procédé rentable sur le plan commercial et pouvant être utilisé de par le monde entraînerait une révolution dans l'alimentation des automobiles en combustible. Elle rendrait possible une utilisation beaucoup plus répandue de l'éthanol en tant que produit pour allonger ou remplacer l'essence ainsi que d'autres combustibles dérivés du pétrole. Il pourrait y avoir là des occasions techniques et commerciales très importantes à saisir pour l'industrie canadienne, à condition de pouvoir prendre de l'avance. Depuis la mise au point de la membrane en acétate de cellulose synthétique, l'emploi commercial de l'osmose inverse, à l'exception de certaines utilisations en médecine, a été principalement orienté vers des applications liées à la protection de l'environnement, par exemple pour diminuer la quantité de substances nocives dans les effluents de l'industrie des pâtes et papiers, ainsi que dans l'industrie du lait et du fromage.

Si l'on considère l'augmentation du coût ainsi que la possibilité de pénurie d'énergie, il est surprenant de constater le peu d'efforts de R-D déployés à l'égard de la caractéristique sans doute la plus importante de cette technique, soit la capacité de séparer des substances en n'utilisant qu'une fraction de l'énergie requise par d'autres procédés courants. La décision prise au Japon concernant l'établissement d'un institut pour l'étude des applications industrielles de l'osmose inverse et de la technique des membranes, ainsi que certaines activités récentes aux États-Unis, indiquent que certains gouvernements et certaines industries ont pris conscience des avantages énormes dont peuvent bénéficier les fournisseurs ainsi que les utilisateurs de toute technique nouvelle. Il n'est pas trop tard pour que le Canada devienne un des chefs de file dans ce domaine et partage les bénéfices qui peuvent en résulter. Il faudrait pour cela que le gouvernement fédéral prenne un engagement majeur en vue d'utiliser et d'exploiter au maximum le savoir-faire remarquable dont nous disposons actuellement et d'orienter ses efforts dans ce domaine.

Obstacles techniques à la diffusion

Il est possible de cerner plusieurs domaines dans lesquels il existe des problèmes relatifs à l'économie de l'énergie dans le secteur industriel. Quelques-uns de ceux-ci ont été discutés dans la section précédente de ce chapitre. D'autres perfectionnements au niveau du matériel et des procédés devraient faciliter la diffusion efficace des techniques d'économie d'énergie.

Lors d'une récente conférence parrainée par l'Agence internationale de l'énergie [10], plusieurs exposés furent présentés au sujet de problèmes techniques génériques. En bref, voici de quoi il s'agit :

1. *Analyse d'ensemble des systèmes :* Les techniques d'économie de l'énergie ne devraient pas être considérées indépendamment des installations industrielles dans lesquelles elles sont utilisées, vu l'importance du rendement optimal de l'ensemble du système. Cette ligne de conduite, qui consiste à considérer les systèmes tout entiers, s'est révélée particulièrement efficace dans la conception de procédés d'utilisation de l'énergie en cascade dans des usines de produits chimiques au Royaume-Uni. Le perfectionne-

ment et l'application plus systématique de systèmes énergétiques intégrés offrent de grandes possibilités d'économiser de l'énergie.

2. *Mise au point de milieux thermodynamiques :* Plusieurs techniques d'économie de l'énergie nécessitent l'emploi de fluides de travail spéciaux. Par exemple, il existe un besoin urgent de fluides pour caloducs pouvant fonctionner à des températures supérieures à 300°C, sans présenter les inconvénients des métaux liquéfiés. L'élaboration également d'un agent réfrigérant convenable, n'entraînant aucun effet chimique indésirable après de longues périodes d'emploi, est nécessaire pour parvenir à une utilisation efficace des thermopompes industrielles.

3. *Problèmes d'ordre mécanique et métallurgique :* L'interaction des fluides et des structures est mal comprise, comme on peut le constater par l'existence de problèmes tels que la vibration des tubes échangeurs de chaleur. La production de bruit et les dégâts acoustiques qui en résultent peuvent poser des problèmes environnementaux et d'entretien.

4. *Encrassement et dépôts :* L'élimination de l'encrassement a grandement ajouté aux coûts des procédés de récupération de la chaleur, en dissuadant de nombreuses entreprises de profiter des occasions de recyclage de la chaleur.

Obstacles non techniques à la diffusion

Il existe de nombreuses contraintes financières et institutionnelles qui font obstacle à l'exploitation et à la diffusion efficaces des techniques d'économie de l'énergie dans le secteur industriel au Canada. Un de ces obstacles provient des coûts des projets-pilotes pour démontrer des techniques offrant des possibilités importantes en matière d'économie de l'énergie. Un appui financier de la part du gouvernement dans ce domaine pourrait avoir un effet appréciable s'il était conçu de manière à partager le fardeau et les risques assumés par l'industrie.

Les critères d'investissement de certaines firmes industrielles constituent également un obstacle de taille à la mise en oeuvre de techniques d'économie de l'énergie dans ce secteur. Les analyses effectuées par le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources démontrent que les entreprises visent à obtenir un taux de rendement supérieur à 25 p. 100 (pour une période de recouvrement de trois ans) sur les investissements liés à l'économie de l'énergie, par comparaison avec un taux de rendement de 10 à 15 p. 100 sur l'expansion de la production.[11] Le groupe de travail éprouve quelques doutes à l'égard de ces chiffres. Le taux de rendement de l'expansion de la production est d'environ 25 p. 100, à moins qu'il existe des marchés garantis à long terme permettant le financement d'obligations. Il reste, néanmoins, qu'en dépit des taux d'intérêts élevés qui subsistent ces temps-ci, les entreprises industrielles semblent préférer investir dans l'expansion de la production, plutôt que dans des procédés et dans des techniques visant à réduire la consommation de l'énergie.

Bien que des coûts élevés pour l'énergie doivent stimuler davantage d'investissements dans les moyens de l'économiser, ceci ne se produit pas comme la théorie le voudrait. En raison de la diversité des critères en jeu, il est possible de justifier, dans l'intérêt national, l'introduction de stimulants spéciaux de la part du gouvernement afin d'encourager l'économie de l'énergie au sein de l'industrie.

Dans de nombreux cas, les entreprises ne disposent pas du personnel technique et du savoir-faire nécessaire à la conception et à la mise en oeuvre de projets visant à économiser l'énergie. La nécessité d'autres programmes, pour leur permettre d'acquérir l'information technique et l'aide nécessaire, s'impose. Il existe déjà un besoin urgent d'ingénieurs, de concepteurs, d'exploitants de systèmes, de personnel d'entretien et d'autres professionnels capables de mettre en oeuvre et de faire fonctionner des procédés pour économiser l'énergie. Le gouvernement devrait encourager et appuyer la formation de toute la gamme de spécialistes requis dans le domaine de l'économie de l'énergie.

Les obstacles à la diffusion à grande échelle de certaines techniques et de certains procédés d'économie de l'énergie, tels que la cogénération industrielle, sont essentiellement de nature institutionnelle. Ils proviennent surtout du lien qui existe entre l'agent de cogénération industrielle et le service d'électricité. Le potentiel offert par la cogénération se trouve être augmenté lorsque de l'électricité supplémentaire ainsi produite peut être acheminée vers une entreprise de services publics ou un autre utilisateur sans restriction ou pénalité. Les entreprises de services publics n'ont pas, en général, cherché activement à promouvoir la cogénération, car leurs attributions ne sont généralement pas de nature à les encourager ou même à les autoriser à le faire.

S'il était possible de financer les installations de cogénération au taux d'intérêt plus bas dont profitent actuellement les services publics, il y aurait alors un motif valable pour augmenter la production et l'utilisation d'équipements de cogénération. Un autre moyen d'encouragement consisterait à permettre la vente d'électricité produite par cogénération aux services publics à un prix correspondant au coût de production de l'électricité par ces dernières.

Un autre empêchement important à l'adoption généralisée des techniques d'économie de l'énergie résulte de l'ignorance, de la part de nombreuses industries, de la rentabilité dont elles pourraient profiter. Ce problème existe également dans d'autres secteurs de l'économie, comme il a été démontré dans le chapitre précédent. En outre, les programmes fédéraux actuels ne satisfont que rarement au besoin de l'industrie d'avoir accès à des renseignements particuliers en fonction desquels des décisions peuvent être prises quant à investir ou non dans des techniques d'économie de l'énergie. Ces programmes ne les motivent pas non plus suffisamment à le faire.

Programmes gouvernementaux

Le gouvernement fédéral a élaboré plusieurs programmes prévoyant la diffusion de renseignements ainsi que des mesures d'aide financière et fiscale en vue d'aider et d'encourager les industries à prendre des initiatives quant aux économies d'énergie. Les programmes gouvernementaux majeurs sont décrits dans les paragraphes suivants.

1. *Le Programme énergétique national* prévoit des augmentations substantielles des dépenses fédérales consacrées à la recherche et au développement dans les domaines suivants :

a) produits de remplacement de l'essense - il s'agit de trouver la solution de rechange la plus prometteuse et de fournir l'appui nécessaire à la commercialisation, afin de réduire rapidement la dépendance à l'égard du pétrole dans le secteur des transports ;
b) la recherche d'une efficacité accrue en matière de consommation d'énergie dans tous les secteurs de l'économie ; et
c) la recherche de nouvelles sources d'énergie - du charbon (pour lequel la technique doit fournir une solution permettant son emploi sans entraîner de conséquences néfastes pour le milieu) à l'hydrogène, qui représente une solution prometteuse pour les générations futures.

2. *Programme national de vérification du rendement énergétique :* Ce programme sous juridiction provinciale aide les entreprises industrielles et commerciales à cerner les sources de gaspillage de l'énergie et à planifier et à appliquer des mesures correctives. Le gouvernement fédéral y fournit des fonds pour un total de 40 millions de dollars sur une période de trois ans (1981-1984), à distribuer en fonction d'un rapport de partage des frais de 80-20 avec les provinces. Ce programme permet d'effectuer des vérifications du bilan énergétique sur les lieux et prévoit l'octroi de subventions pour aider les entreprises à planifier et à mettre en oeuvre des projets susceptibles d'entraîner des économies importantes d'énergie. Le montant correspondra généralement à 90 p. 100 du tarif de l'expert-conseil, jusqu'à une limite précise établie en fonction de la facture totale d'énergie du requérant.

3. *Le Programme national de l'énergiebus :* Le gouvernement fédéral et les provinces participantes offrent un service gratuit à l'industrie et au commerce en vue de déterminer les sources de gaspillage énergétique ainsi que les possibilités de réduire la consommation et les coûts de l'énergie. En se servant de véhicules mobiles équipés d'ordinateurs, des vérifications du bilan énergétique d'installations sont effectuées sur les lieux afin d'analyser les modes d'utilisation de l'énergie et de recommander des mesures correctives. Le programme est géré selon des ententes fédérales-provinciales relatives au partage des frais. Les provinces assument la responsabilité de l'administration.

4. *Le Plan détaillé d'un système de chauffage par îlots :* Le chauffage par îlots consiste à fournir de l'eau chaude à partir d'une chaudière centrale ou d'une source de chaleur perdue pour le chauffage d'unités familiales ou d'immeubles commerciaux. L'absence au Canada d'un projet de démonstration bien documenté sur le chauffage par îlots empêche les municipalités ou les entreprises de services publics de se lancer dans la réalisation de systèmes de ce genre, en grande partie en raison des coûts élevés de conception ainsi que du risque considérable encouru. Ce programme vise à encourager l'introduction du chauffage par îlots.

5. *Le Programme d'emploi pour les innovations technologiques* a pour but de créer des emplois pour les diplômés d'études postsecondaires possédant des connaissances scientifiques et techniques, qui viennent d'arriver sur le marché du travail et qui ne peuvent se trouver des emplois dans leur discipline. La création de ces emplois doit, en outre, résulter d'activités de recherche et de développement et de l'application de la R-D à l'innovation technique dans les domaines de la fabrication, de la mise au point des produits et des procédés et de l'élaboration et de l'application de petits programmes d'économie de l'énergie et de techniques relatives aux sources d'énergie de remplacement. Le gouvernement fédéral fournira jusqu'à 75 p. 100 du salaire payé à une personne admissible, jusqu'à un maximum de 290 $ par semaine par emploi.

6. *Le Programme d'investissements pour l'amélioration du rendement énergétique dans les provinces de l'Atlantique*, mené concurremment avec le Programme national de vérification du rendement énergétique. Il prévoit l'octroi de subventions aux entreprises industrielles et commerciales dans les provinces de l'Atlantique, afin de financer une partie de leur investissement dans les économies d'énergie (telles que les modifications des procédés industriels, l'adaptation ultérieure des installations, la récupération de la chaleur perdue et la cogénération). Le gouvernement fédéral doit fournir un total de 45 millions de dollars au cours de la période de 1981 à 1986.

7. *Le Programme de recherche et de développement énergétique dans l'industrie* aide l'industrie à créer des techniques et des procédés nouveaux ou modifiés à bon rendement énergétique. Les résultats obtenus grâce aux activités de R-D effectuées dans le cadre du programme doivent être susceptibles d'une application générale à travers le Canada. Le bénéficiaire d'une subvention doit être prêt à mettre la technique à la disposition d'autres entreprises intéressées au Canada. Le programme comporte des subventions à frais partagés jusqu'à un maximum de 50 p. 100 pour les projets retenus.

8. *Le Programme d'élaboration et de démonstration de techniques d'économie des ressources et de l'énergie* aide le secteur privé, en collaboration avec les municipalités et les provinces, à mettre au point et à démontrer des équipements, des systèmes ou des produits conçus dans le but de récupérer ou d'économiser de l'énergie. Ce programme vise à appuyer l'étude et la construction d'installations à titre de démonstration ou de prototypes. Les critères d'admissibilité à une aide financière ont trait principalement à la protection du milieu et à l'économie de l'énergie.

9. *Le Programme fédéral-provincial de démonstration des économies d'énergie et des énergies renouvelables* a été conçu afin de partager avec les provinces les frais de démonstration de techniques relatives aux énergies renouvelables et à l'économie de l'énergie, en faisant diminuer les risques techniques et financiers liés à l'application initiale de la technique. Dans les provinces qui n'ont pas signé d'accord bilatéral, le gouvernement fédéral financera en totalité les projets de démonstration.

10. *Le Programme de gestion de l'énergie dans l'industrie* sensibilise davantage et renseigne les gestionnaires et les techniciens dans le domaine de l'énergie par des ateliers et des séminaires sur la gestion de l'énergie.

11. *En vertu de l'annexe II (allocations du coût en capital) du règlement fédéral de l'impôt sur le revenu*, les coûts du matériel servant à économiser l'énergie compris dans la catégorie d'impôts 34 peuvent être déduits sur une période de deux ans. Le matériel admissible est celui qui permet l'utilisation de déchets municipaux, industriels ou de déchets de bois pour la production de chaleur ou d'électricité. Cette mesure complète la catégorie d'impôts 29, laquelle comporte le même avantage et qui s'applique à la majorité des équipements de fabrication et de traitement.

12. *La taxe de vente fédérale* a été enlevée sur toute une gamme d'équipements et de produits servant à économiser l'énergie, telle que les thermopompes, l'isolation thermique pour les bâtiments, les conduits et les tuyaux, les dispositifs de récupération de la chaleur à partir de l'air vicié ou des eaux usées, les poêles à bois et les calorifères, ainsi que les panneaux, les cellules et les tubes de capteur solaire.

13. *Canertech*, une société de la Couronne, a été fondée afin d'aider à l'établissement d'entreprises oeuvrant dans les domaines de l'énergie renouvelable et des économies d'énergie, par le biais d'entreprises conjointes, des achats partagés ainsi que d'autres mesures d'aide.

En discutant des programmes gouvernementaux visant à encourager l'économie de l'énergie dans le secteur industriel, le groupe de travail a recueilli des renseignements concernant un certain nombre d'anomalies et de difficultés auxquelles les entreprises ont dû faire face en essayant de profiter de ces programmes. Nombre d'entreprises avaient des critiques à faire à l'égard des programmes gouvernementaux, déclarant que ceux-ci n'offrent pas de motifs bien pressants pour l'industrie de travailler aux côtés du gouvernement en vue de la réalisation d'objectifs mutuels, tels que l'obtention d'un meilleur rendement énergétique.

Plusieurs entreprises industrielles ne profitent pas des programmes gouvernementaux actuels visant à encourager l'élaboration et la diffusion des techniques d'économie de l'énergie. Ceci est attribuable à une certaine ignorance des programmes en général, ou de détails particuliers concernant des objectifs d'un programme donné, des critères d'admissibilité, de moyens d'application, et des économies possibles. En plus, l'administration de ces programmes est telle que l'aide financière qu'ils doivent fournir est difficile et fastidieuse à obtenir, à un tel point que beaucoup de firmes ont cessé d'y participer. Le groupe de travail a recueilli des critiques selon lesquelles de nombreux programmes souffrent d'une réglementation excessive, de contrôles trop stricts ainsi qu'un manque de coordination avec d'autres programmes gouvernementaux.

Les décisions qui touchent à la mise au point et à l'adoption de techniques pour économiser l'énergie devraient être centrées autour de l'industrie utilisatrice d'énergie. Le gouvernement fédéral devrait également rationaliser et renforcer ses programmes afin d'aider l'industrie à faire face au fardeau financier lié à ces initiatives.

Comme les industries ont plutôt tendance, en général, à engager des investissements en vue d'augmenter la production, plutôt que de mettre en pratique les techniques d'économie d'énergie, le gouvernement devrait introduire des mesures ainsi que des stimulants fiscaux pour encourager l'adoption de ces techniques et de ces procédés, dont les effets seraient beaucoup plus marqués que ceux des programmes fédéraux actuels de subventions. Si le gouvernement fédéral est sérieusement intéressé à faire diminuer la consommation de l'énergie du Canada, en général, et du pétrole en particulier, il devrait considérer comme admissible tout projet autorisant une réduction de la consommation, et permettre à l'industrie de déterminer elle-même quels sont les moyens les plus économiques d'atteindre cet objectif.

Le gouvernement devrait accorder à l'industrie d'autres formes d'aide. Il devrait retenir la déduction accélérée relative aux dépenses en capital applicable à certaines techniques d'économie de l'énergie, qui figurent dans la catégorie 34 du Règlement de l'impôt sur le revenu. Il devrait également accorder un crédit d'impôt remboursable en un seul versement relatif aux dépenses en capital liées aux économies d'énergie, si l'on observe des normes de performance préalablement établies. Une autre mesure gouvernementale pour stimuler l'industrie à investir dans des techniques d'économie de l'énergie consisterait à subventionner des prêts à faible taux d'intérêt par l'entremise d'institutions financières existantes et relativement à des projets d'économie d'énergie conformes à des critères donnés. Nous sommes d'avis que les banques devraient être disposées à financer de tels prêts à partir de leurs propres fonds, à condition que la différence entre les taux auxquels ils sont offerts et les taux courants applicables à d'autres prêts soient compensés par une subvention de la part du gouvernement.

La question du remplacement d'une source d'énergie (telle que le gaz) par une autres (telle que le pétrole) revêt une importance considérable pour l'industrie, en ce qui concerne l'économie de l'énergie. Elle n'a pas, cependant, été examinée, du fait que cela ne faisait pas partie des attributions du groupe de travail. Il est à remarquer, cependant, que dans certains cas, le remplacement d'une source par un combustible plus efficace présente une occasion d'économiser de l'énergie.

Notes bibliographiques

Chapitre cinq

1 Solar Energy Research Institute, *A New Prosperity : Building a Sustainable Energy Future*. The SERI Solar/Conservation Study, Andover, Massachusetts, 1981, p. 196.

2 Armstrong, Graham T., *Conservation Energy - Potential and Practice in Canada*. A presentation to the Conservation Energy Seminar Series, Regina, Saskatchewan, le 24 juin 1980. (Révisée en octobre 1980) pp. 25-26.

3 Wolf, Carl A., Jr., *The Canadian Voluntary Effort on Energy Conservation in Industry : Why Mandate Self-Interest?* Allocution prononcée à l'occasion de la « Conference on New Energy Conservation Technology » de l'Agence internationale de l'énergie, Berlin, le 7 avril 1981, pp. 3-4.

4 La capacité estimée de production d'une usine d'extraction Syncrude est de 90 000 barils de pétrole par jour, ou de 33 millions de barils par an, à partir de sables asphaltiques.

5 *Groupe de travail des économies d'énergie dans l'industrie canadienne : Rapports 1980* - présentés à l'honorable Marc Lalonde, ministre de l'Énergie, des Mines et des Ressources, le 27 juillet 1981.

6 *Energy from Waste - A Program for Ontario*, ministère de l'Énergie de l'Ontario, mars 1980, p. 12.

7 Acres Shawinigan Ltd., *Study of the Potential for Cogeneration in Canada - Industrial Steam Turbines* - Énergie, Mines et Ressources Canada, décembre 1979.

8 U.S. Department of Energy, *Distributed Energy Systems - A Review of Related Technologies*. Washington, novembre 1979, p. 17-1.

9 Andeen, Gerry B., *Reverse Osmosis*. SRI International Business Intelligence Program, novembre 1981.

10 Agence internationale de l'Énergie, *New Energy Conservation Technologies and Their Commercialization*. Compte rendu d'une conférence internationale, Berlin, du 6 au 10 avril 1981.

11 Armstrong, *op. cit.* p. 28.

Annexe I

Les collaborateurs du groupe d'étude sur les techniques d'économie d'énergie

M. Graham T. Armstrong
Directeur, Division de l'énergie et des bâtiments en milieu urbain
Direction des économies d'énergie et des énergies renouvelables
Énergie, Mines et Ressources Canada
Ottawa (Ontario)

M. Guy Chartrand
Président
Transport 2000 Canada
Montréal (Québec)

M. le professeur W.G. Colborne
Department of Mechanical Engineering
University of Windsor
Windsor (Ontario)

M. Al Cormier
Directeur général
L'Association canadienne du transport urbain
Toronto (Ontario)

M. Marcel Côté
Associé principal
SECOR Inc.
Montréal (Québec)

M. J.D. Dancey
Chef, Secrétariat de R-D dans l'industrie automobile
Direction des industries du transport
Ministère de l'Industrie et du Commerce
Ottawa (Ontario)

M. A.S. Deshpande
Manager, Energy Group
Ontario Research Foundation
Mississauga (Ontario)

M. Arnold de Silva
Personnel de recherche
Conseil économique du Canada
Ottawa (Ontario)

M. Lorne D.R. Dyke
Président
Canertech Inc.
Winnipeg (Manitoba)

M. Slater Grimley
Chef
Analyse et évaluation de la politique industrielle
Conseil national de recherches
Ottawa (Ontario)

M. A.C. Gullon
Chef
Division des sources mobiles
Direction des évaluations techniques
Direction générale de l'assainissement de l'air
Environnement Canada
Ottawa (Ontario)

M. Grey Hamilton
Vice-président et Secrétaire
Canertech Inc.
Ottawa (Ontario)

M. J.L. Hart
Expert-conseil
Direction de la technologie
Ministère de l'Industrie et du Commerce
Ottawa (Ontario)

M. Neil Irwin
IBI Group
Toronto (Ontario)

M. Clare G. Luckman
Directeur, Division de l'énergie industrielle
Bureau de la conservation et des énergies renouvelables
Énergie, Mines et Ressources Canada
Ottawa (Ontario)

M. Peter Lumb
Directeur, Division de la technologie
Bureau de la conservation et des énergies renouvelables
Énergie, Mines et Ressources Canada
Ottawa (Ontario)

M. Geoff Maund
Chef, Technologie automobile
Bureau de la conservation et des énergies renouvelables
Énergie, Mines et Ressources Canada
Ottawa (Ontario)

M. H. Mokhtar
Chef, Systèmes de transport
Bureau de la conservation et des énergies renouvelables
Énergie, Mines et Ressources Canada
Ottawa (Ontario)

M. Gordon Patterson
Directeur
Energy Conservation and Utilization Division
Ontario Hydro Corporation
Toronto (Ontario)

M. Juri Pill
Directeur général, Planification
Toronto Transit Commission
Toronto (Ontario)

M. John C. Polak
Chef, Section des véhicules neufs
Division des sources mobiles
Direction des évaluations techniques
Direction générale de l'assainissement de l'air,
Environnement Canada,
Ottawa (Ontario)

M. Peter Reilly-Roe
Directeur adjoint
Politique sur les carburants
Division de l'énergie du transport
Bureau de la conservation et des énergies renouvelables
Énergie, Mines et Ressources Canada
Ottawa (Ontario)

M.G. Robinson
Coordonnateur, Enquêtes et évaluations
Direction des communications
Énergie, Mines et Ressources Canada
Ottawa (Ontario)

M. Don Skinner
Conseiller en applications industrielles
Division de l'énergie industrielle
Bureau de la conservation et des énergies renouvelables
Énergie, Mines et Ressources Canada
Ottawa (Ontario)

M. D.G. Stephenson
Coordonnateur, Programme sur l'énergie
Division des recherches en bâtiment
Conseil national de recherches
Ottawa (Ontario)

M. Neil M. Swan
Directeur, Evolution technologique, productivité et croissance
Conseil économique du Canada
Ottawa (Ontario)

M. Nicholas G.L. Vincent
Directeur général
Transport 2000 Canada
Ottawa (Ontario)

M. D.S. Walkinshaw
Directeur
Direction des services spéciaux
Travaux publics Canada
Ottawa (Ontario)

M. Carl A. Wolf (fils)
Manager, Energy Affairs
Union Carbide Canada Limited
Toronto (Ontario)

Annexe II

Bibliographie sélective

Acres Consulting Services Limited, *A Study of the Potential for Energy Conservation in Canadian Industry*, préparée à l'intention d'Énergie, Mines et Ressources Canada.

Acres Shawinigan Limited, *Study of the Potential for Cogeneration in Canada - Industrial Steam Turbines*, Énergie, Mines et Ressources Canada, Ottawa, décembre 1979.

Akarca, Ali T. et Thomas Veach Long II, « Notes and Comments On the Relationship Between Energy and GNP : A Reexamination », *The Journal of Energy and Development*, vol. V, n° 2, printemps 1980.

Andeen, Gerry B., « Reverse Osmosis », *International Business Intelligence*, New York, novembre 1981.

Armstrong, Graham T., *Conservation Energy - Potential and Practice in Canada, Presentation to the Conservation Energy Seminar Series*, Regina, Saskatchewan, le 24 juin 1980, Énergie, Mines et Ressources Canada, Ottawa, (révisée en octobre 1980).

Armstrong, Graham T., *New Business Opportunities in Energy Conservation*, Énergie, Mines et Ressources Canada, Ottawa.

Arnold, S.J. et R.E. Turner, *Change Strategies for Transportation Energy Conservation*, Université Queen's, Kingston, (Ontario) septembre 1978.

Association des ingénieurs-conseils du Canada, *Retro-fitting Industrial Plants*, une présentation au ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, septembre 1979.

Barber, John, « Extra lining for the low-energy nest », *Maclean's*, Maclean-Hunter Ltd., Toronto, le 8 mars 1982.

Bhattacharyya, S.K., *Energy and Intercity Freight Transportation in Canada - A Review of Progress*, Transport Canada, Ottawa, mars 1980.

Bombardier Inc., *Submission to the Federal Task Force on Energy Conservation Technologies*, le 6 octobre 1981.

Brooks, David B., *Zero Energy Growth for Canada*, McClelland and Stewart, Toronto, 1981.

Bureau des conseillers en gestion, *Energy Conservation in Intercity Passenger Transportation : The Windsor-Quebec City Corridor*, rapport préparé à l'intention du Bureau de la conservation et des énergies renouvelables, Énergie, Mines et Ressources Canada, et du Groupe de la planification stratégique, Transport Canada, Approvisionnements et Services Canada, Ottawa, février 1980.

Association canadienne de l'électricité, *The Use of Heat Pumps for Energy Conservation in Industry: State of the Art and Some Promising Applications*, Montréal, janvier 1978.

Institut canadien de transports terrestres guidés, *Alternatives to Air : A Feasible Concept for the Toronto-Ottawa-Montreal Corridor*, Université Queen's Kingston (Ontario), juillet 1980.

Groupes de travail des économies d'énergie dans l'industrie *canadienne, Rapports 1980*, présentés à l'honorable Marc Lalonde, Ministre d'Énergie, Mines et Ressources, le 27 juillet 1981.

Clayton, Rick, et al., *Canadian Energy : The Next 20 Years and Beyond*, Institut de recherches politiques, Montréal, 1980.

Clayton, Rick, *The Electric Hybrid Option*, ministère d'État chargé des Sciences et de la Technologie, Ottawa, 1981.

Cogeneration Associates Limited, *Development Potential of Wood Waste Stockpiles for Cogeneration to Improve Occupancy Cost of Housing in Northern Communities*, Société centrale d'hypothèques et de logement, avril 1981.

« Conserving energy can damage your health », *The Economist*. Vol. 275, The Economist Newspaper Ltd., Londres, le 24 mai 1980.

Dancey, J.D., *Opportunities in the Automobile Industry*, présentation au Groupe de travail sur les techniques d'économie de l'énergie, ministère de l'Industrie et du Commerce, Ottawa, juin 1981.

Del Pico, Joseph, *Ultrafiltration and Reverse Osmosis Designed Especially for the Food Industry, Twentieth Annual National Dairy and Food Engineering Conference*, Kellogg Center, Michigan, le 22 février 1973.

Deshpande, A.S., *A Brief Review of Specialized Research, Development and Demonstration Capabilities in Energy Programs*. Ontario Research Foundation Energy Group, Toronto, le 18 juin 1980.

Deutscher, Terry and Hugh Munro, *La vérification du rendement énergétique des habitations*, Consommation et Corporations Canada, Ottawa, 1979.

Deweeś, Donald N., « Energy Policy and Consumer Energy Consumption », dans P. Nemetz (ed.)., *Energy Crisis : Policy Response*. Montréal, 1981.

Diener, Steven G., *Comparative Resource Costs and the Economic Limits to Energy Conservation in Canada*, exposé présenté à la *Conference on International Energy Issues*, Cambridge, Angleterre, le 24 juin 1980.

Dunkerley, Joy (éd.), *International Energy Strategies, Proceedings of the 1979 IAEE/RFF Conference*, Oelgeschlager, Gunn and Hain, Publishers, Inc., Cambridge, Mass., 1980.

Efford, Ian E., *Conservation, Substitution and Development Opportunities: The Current State of the Art, Presentation to The Energy Link: Symposium on Energy*, le 7 mai 1981, Montréal (Québec), Énergie, Mines et Ressources Canada, Ottawa, 1981.

« Energy Conservation - Spawning a billion-dollar business », *Business Week*. McGraw-Hill, Inc., New York, le 6 avril 1981.

Énergie, Mines et Ressources Canada, *Une stratégie de l'énergie pour le Canada, politique d'autonomie*, Ottawa, 1976.

Énergie, Mines et Ressources Canada, *Les économies d'énergie au Canada : programmes et perspectives*, Ottawa, 1977.

Énergie, Mines et Ressources Canada, *Canada/United States Electricity Exchange*, Ottawa, mai 1979.

Énergie, Mines et Ressources Canada, *Le programme énergétique national*, Ottawa, 1980.

Énergie, Mines et Ressources Canada, *An Introduction to the Energy Cascading Potential in Canadian Industry*, Ottawa, avril 1981.

Environnement Canada, Division des sources mobiles, Direction générale de l'assainissement de l'air avec la collaboration du Comité des conseils techniques sur les émissions par les véhicules en usage. *Lutte contre les émissions et la consommation d'essence excessives par les véhicules en usage*, Ottawa, janvier 1981.

Fowler, R.T., « Membrane Separation and their Applications in Food Technology », *Food Technology in Australia*, Council of Australian Food Technology Associations, North Sydney, octobre 1970.

Francis, John, « The Next Golden Age of Trains », *Quest*, Comac Communications Ltd., Toronto, mai 1981.

Fullerton, Douglas, « Bus vs. Train », *The Citizen*, Southam Inc., Ottawa, le 20 mars 1982.

Gander, James E. and Fred W. Belaire, *Les lendemains énergétiques des Canadiens*, préparée pour Énergie, Mines et Ressources Canada, Approvisionnements et Services Canada, Ottawa, 1978.

Glenn, C.H., *Energy for Air Transport in the 1980's*, présentation faite à la conférence annuelle du Canadian Institute Traffic and Transportation, Vancouver (C.-B.), le 23 janvier 1981.

Granek, Gerry, « ACEC committee recommends 'energy accounting' », *Canadian Consulting Engineer*, Southam Communications Ltd., Don Mills, Ontario, novembre 1981.

Gray, Charles L., Jr. et Frank von Hippel, « The Fuel Economy of Light Vehicles », *Scientific American*, vol. 244, n° 5, Scientific American Inc., New York, mai 1981.

Griffin, James M., *Energy Conservation in the OECD: 1980 to 2000*, Ballinger Publishing Company, Cambridge, Mass., 1979.

Grimley, S.S., *Report to Task Force on Energy Conservation Technologies*, Conseil national de recherches, Ottawa, juin 1981.

Guy, Donald B., « Application of Tubular Reverse Osmosis in the Chemical Industry », AICHE Symposium, *Unusual Methods of Separation*, réunion tripartite de Montréal, le 25 septembre 1968.

Hand, A.J., « Blow out stale air but save the heat », *Popular Science*, vol. 217, n° 4, Times Mirror Magazines, Inc., New York, octobre 1980.

Hand, A.J., « All-out energy audits - how the pros spot heat leaks », *Popular Science*, Times Mirror Magazines, Inc., New York, novembre 1981.

Harrje, D.T., et al, *Locating and Eliminating Obscure but Major Energy Losses in Residential Housing*, Princeton University, Princeton, New Jersey, mars 1979.

Hayes, Denis, *Rays of Hope: The Transition to a Post-Petroleum World*, W.W. Norton and Company, Inc., New York, 1977.

Heilbroner, Robert L. et Lester C. Thurow, *Five Economic Challenges*, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1981.

Hurter, Donald A. et Jeffrey L. Staley, *Possibilités de recherche et de développement canadiens orientés vers les besoins du marché nord-américain de l'automobile*, préparée pour le ministère d'État chargé des Sciences et de la Technologie du Canada, Arthur D. Little of Canada Limited, décembre 1979.

Agence internationale de l'énergie, *Rapport annuel sur l'énergie : recherche, développement et démonstration : activités de l'AIE, 1979-1980*, Organisation de coopération et de développement économiques, Paris, 1980.

Agence internationale de l'énergie, *New Energy Conservation Technologies and Their Commercialization*, compte rendu d'une conférence internationale, Berlin, RFA, du 6 au 10 avril 1981, Springer-Verlag, Berlin, 1981.

Agence internationale de l'énergie, *Les économies d'énergie : le rôle de la régulation de la demande au cours des années 80*, Organisation de coopération et de développement économiques, Paris, 1981.

James, Barry, *The Rational Use of Energy in the Canadian Industrial Sector*, exposé présenté à la *Third International Conference on Energy Use Management*, Berlin, RFA, octobre 1981.

Jeanes, David, « A viable rail passenger service is possible », *The Citizen*, Southam Inc., Ottawa, le 3 avril 1982.

Khan, Ata M., *Review of Energy Factors in Canadian Intercity Passenger Transportation Policy and Planning Studies*, préparé pour la Section des études stratégiques, Planification stratégique, Transport Canada. Ottawa, mars 1979.

Khan, Ata M., Alan D. Taylor, Chee Y. Mo et Edward D. Leppan, *Intercity Passenger Transport Energy Efficiency: Data Base and Case Study*, rapport préparé pour la Section des études stratégiques, Transport Canada, Ottawa, juin 1979.

Khan, Ata M., *Intercity Passenger Transportation: Energy Consumption Characteristics*, exposé préparé à l'intention du Comité du Conseil des sciences sur les possibilité offertes par les transports au Canada. Ottawa, novembre 1980.

Khan, Ata M., *VIA Rail Canada: An Analysis of VIA's Potential in Fulfilling Rail Passenger Policy Objectives*, exposé préparé à l'intention du Comité du Conseil des sciences sur les possibilités offertes par les transports au Canada et du groupe de travail de l'Ontario sur la politique ferroviaire provinciale, Ottawa, novembre 1980.

Kimura, S. et S. Sourirajan, « Performance of Porous Celluiose Acetate Membranes During Extended Continuous Operation Under Pressure in the Reverse Osmosis Process Using Aqueous Solutions » *I&EC Process Design and Development*, volume 7, avril 1968.

Kulp, G., et al, *Transportation Energy Conservation Data Book: Edition 4*, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Tennessee, septembre 1980.

Kutowy, O., W.L. Thayer, J. Tigner, et S. Sourirajan, *Tubular Cellulose Acetate Reverse Osmosis Membranes for Treatment of Oily Wastewaters*, Conseil national de recherches, Ottawa, 1981.

Lukasiewicz, J., « Public Policy and Technology: Passenger Rail in Canada as an Issue in Modernization », *Canadian Public Policy*, V:4, University of Toronto Press, Toronto, automne 1979.

Lukasiewicz, J., « It's time to end the myth about trains », *The Citizen*, Southam Inc., Ottawa, le 22 août 1981.

Matsuura, T., A.G. Baxter et S. Sourirajan, « Studies on Reverse Osmosis for Concentration of Fruit Juices », *Journal of Food Science*, volume 39, Institute of Food Technologists, Chicago, 1974.

Mémoire du Comité de promotion économique de Montréal *(COPEM) concernant le plan des installations, 1981 à 1990 d'Hydro Québec*, Soumis à la Commission permanente des ressources naturelles de l'Assemblée Nationale du Québec, le 6 février 1981.

Middleton Associates, *Energy Conservation: Retrospect and Prospect*, document d'information rédigé à l'occasion d'un séminaire parrainé par Énergie, Mines et Ressources Canada, Ottawa, le 2 décembre 1981.

Middleton, Peter, *The Industrial Impacts of Conservation and Renewable Energy*, allocution prononcée à l'occasion du Canadian National Energy Forum, Ottawa, le 10 novembre 1981.

Département d'État au développement économique, *AIDE, assistance et information pour le développement de l'entreprise 1981-1982*, Ottawa, 1981.

Ministère d'État chargé des Sciences et de la Technologie, *La planification, la programmation et les politiques en matière de recherche-développement*, document explicatif, Ottawa, janvier 1981.

Monge, L.E., B.J. McCoy et R.L. Merson, « Improved Reverse Osmosis Permeation by Heating », *Journal of Food Science*, volume 18, Institute of Food Technologists, Chicago, 1973.

Morgan, A.I., E. Lowe, R.L. Merson et E.L. Durkee, « Reverse Osmosis », *Food Technology*, Institute of Food Technologists, Chicago, décembre 1965.

« MP&E's Casebook of Refrigeration and Air Conditioning », *Modern Power and Engineering*. Maclean-Hunter Ltd., Toronto, mars 1980.

Murray, J. Alex (éd.), *Mass Transit : The Urban Crisis of North America. Compte rendu du 17th Annual University of Windsor Seminar on Canadian American Relations* le 13 et 14 novembe 1975. University of Windsor, Windsor (Ontario).

Office national de l'énergie, *L'énergie au Canada : offre et demande 1980-2000*, Approvisionnements et Services Canada, Ottawa, 1981.

Nemetz, Peter N. (éd.), *Energy Policy : The Global Challenge*, Institut de recherches politiques, Butterworth and Co. (Canada) Ltd., Toronto, 1979.

Ontario Hydro, *Economics of Industrial Cogeneration of Electricity: Proceedings of Seminar*, Toronto, décembre 1978.

Ministère de l'énergie de l'Ontario, *Energy from Waste - A Program for Ontario*, Toronto, mars 1980.

Patterson, G.E., D.R. Code, T.H. Bennett, *Energy Conservation, Renewable Energy and Load Management Programs*, Ontario Hydro, Toronto, septembre 1980.

Peters, Wendy, « Energy Auditing: techniques vary from simple assessment to sophisticated infiltration tests », *Canadian Renewable Energy News*, vol. 4 n° 9, CREN Publishing Ltd., Ottawa, novembre 1981.

Peterson, David, *Energy Savings Potential Through Effective Lighting Control*, document préparé sous contrat à l'intention de l'Assistant Secretary for Conservation and Renewable Energy, U.S. Department of Energy.

Travaux publics Canada, *Energy-Related Computer Programs used by Public Works Canada*, Ottawa, juin 1981.

Reay, D.A. et D.R.A. MacMichael, *Heat Pumps - Design and Application*, Pergamon Press, Oxford, 1979.

Reay, D.A. (éd.), *Advances in Heat Pipe Technology, compte rendu de la IVth International Heat Pipe Conference*, du 7 au 10 septembre 1981, Londres, Pergamon Press, Oxford, 1982.

Riley, M., *A Survey of Super Efficient Housing, Construction Costs, Techniques and Issues*, Énergie, Mines et Ressources Canada, Ottawa, juillet 1981.

Roher, Eric, *Sound Energy Policy in Search of a Government*, L'institut de recherches politiques, supplément spécial, Montréal.

Roseme, G.D. et al, *Air-To-Air Heat Exchangers: Saving Energy and Improving Indoor Air Quality*, Lawrence Berkeley Laboratory, University of California, juin 1979.

Banque royale du Canada, « Energy Trends in OECD Countries », *Econoscope*, Montreal, juillet 1981.

Ruby, Daniel, « From the Far North: lessons on how to slash fuel bills », *Popular Science*, vol. 219, n° 4, Times Mirror Magazines, Inc., New York, octobre 1981.

Russell, L.T., G.S. Trivett, J. Polak et G.D.M. MacKay, *Auto Emissions: Improved Environment By Emphasizing Economy*, Document présenté au Groupe de travail sur les techniques d'économie d'énergie, août 1981.

Sahi, R.K. et R.W. Erdmann, « Energy prices and conservation, the Canadian experience », *Energy Policy*, IPC Science and Technology Press Ltd., Surrey, Angleterre, septembre 1981.

Sant, Roger W., Steven C. Carhart avec Dennis W. Bakke, Shirish S. Musherkar. *Eight Great Energy Myths - The Least-Cost Energy Strategy - 1978-2000, Energy Productivity Report No. 4*, The Energy Productivity Center, Mellon Institute, Carnegie-Mellon University Press, Arlington, Virginie, 1981.

Sant, Roger W., « Thinking Ahead - 'Least-cost' marketing approach to the energy problem suggests promising product and technological opportunities », *Harvard Business Review*, Harvard University, Boston, mai-juin 1980.

Scanada Consultants Limited, *Evaluation of Construction Details and Procedures to Improve the Airtightness of Low Rise Residential Construction*, Ottawa, décembre 1980.

Scanada Consultants Limited, *HUDAC Scandinavian Energy/Housing Tour*, Ottawa, octobre 1979.

Conseil des sciences du Canada, *Le Canada, société de conservation*, Approvisionnements et Services Canada, Ottawa, 1977.

Conseil des sciences du Canada, « Bus/Rail as Modes, as Industries Sub-Conference » *Opportunities in Canadian Transportation*, Montréal, le 25 et 26 octobre 1979.

Conseil des sciences du Canada, « Intercity Passenger Transport Conference », *Opportunities in Canadian Transportation*, Ottawa, le 21 et 22 mai 1980.

SECOR Inc., *Marketing Energy-Saving Technologies to Consumers*, présentation faite au Groupe de travail sur les techniques d'économie d'énergie, Ottawa, octobre 1981.

Seth, D.S. et G.P. Laszlo, *Energy Conservation Study : Atmospheric Environment Service Building*, Travaux publics Canada, Ottawa, juin 1977.

Sewell, W.R. Derrick et Harold D. Foster, *Images des avenirs canadiens : le rôle de la conservation et des ressources d'énergie renouvelables*, préparé à l'intention du Centre de spéculation sur les perspectives d'avenir, Environnement Canada et du Secteur du développement énergétique, Énergie, Mines et Ressources Canada, Environnement Canada, Ottawa, 1976.

Solar Energy Research Institute, « A New Prosperity: Building a Sustainable Energy Future », *The SERI Solar/Conservation Study*, Brick House Publishing, Andover, Massachusetts, 1981.

Sourirajan, S., (éd.), *Reverse Osmosis and Synthetic Membranes*, Conseil national de recherches, Ottawa, 1977.

Sourirajan, S., *Reverse Osmosis: A New Field of Applied Chemistry and Chemical Engineering*, document présenté au *ACS Symposium on Synthetic Membranes and their Applications*, Las Vegas, le 25 août 1980.

Sourirajan, S., *Science of Reverse Osmosis - Key to Progress in Reverse Osmosis, Ultrafiltration and Synthetic Membrane Technology*, Conseil national de recherches, Ottawa.

Comité spécial de l'énergie de remplacement du pétrole, *Les énergies de remplacement*, Approvisionnements et Services Canada, Ottawa, 1981.

Statistiques Canada, *Consommation de combustibles et d'électricité achetés par les industries manufacturières, minérales et de l'exploitation forestière et par les centrales thermiques des services d'électricité*, Approvisionnements et Services Canada, Ottawa, 1981.

Statistique Canada, *Bulletin trimestriel; disponibilité et écoulement d'énergie au Canada : 1980-IV*, Approvisionnements et Services Canada, Ottawa, 1981.

Steere, D.E., W.A. MacDonald et D.H. Stone, « Tar sands products bring changes », *Hydrocarbon Processing*, Gulf Publishing Co., Houston, septembre 1981.

Steward, F.R., *The Industrial Heat Pump Program at the National Research Council*, Conseil national de recherches, Ottawa, juillet 1981.

Stobaugh, Robert et Daniel Yergin (éds.), *Energy Future : Report of the Energy Project at the Harvard Business School*, Random House, New York, 1979.

Taketani, Y., B. Kunst, T. Matsuura, et S. Sourirajan, *Preliminary Studies on Reverse Osmosis Separation of Ethyl Alcohol Present in High Concentrations in Aqueous Solutions*, Conseil national de recherches, Ottawa, 1981.

« The Power Savers », *The Economist*, The Economist Newspaper Ltd., Londres, le 26 décembre 1981.

Transport 2000 Canada, *An Upgraded Ottawa-Toronto Service Is Possible Now: A Preliminary Study on Low-Cost Incremental Improvements that may be Instituted Immediately*, Ottawa, mars 1981.

Turbak, Albin F., « Synthetic Membrane », *American Chemical Society Journal*. Series 154, Washington, D.C., 1981.

United States Department of Energy, *Distribution Energy Systems - A Review of Related Technologies*, Washington, D.C., novembre 1979.

Valaskakis, Kinon, « The Conserver Society : Emerging Paradigm of the 1980's? », *The Futurist*, World Future Society, Washington, D.C. avril 1981.

Vertinsky, Patricia, « The Use of Mass Communication Strategies to Promote Life-Style Change : The Case of Energy Conservation in Canada » dans Peter N. Nemetz (éd.) *Energy Policy : The Global Challenge*, Institut de recherches politiques, Butterworth and Co. (Canada) Ltd., Toronto, 1979.

Walkinshaw, Douglas S. et Edward L. Morofsky, *Report to Task Force on Energy Conservation Technologies*, Travaux publics Canada, Ottawa, juin 1981.

Watkins, Campbell et Michael Walker (éds.), *Oil in the Seventies*, The Fraser Institute, Vancouver, 1977.

Willson, Bruce F., *The Energy Squeeze: Canadian Policies for Survival*, James Lorimer and Company, Toronto, 1980.

Wolf, Carl A., Jr., *The Canadian Voluntary Effort on Energy Conservation in Industry : Why Mandate Self-Interest?* Allocution prononcée à l'occasion de la Conference on New Energy Conservation Technologies de l'Agence internationale de l'Énergie, Berlin, le 7 avril 1981.

Wolf, Carl A., Jr., *Presentation to the Task Force on Energy Conservation Technologies*, Ottawa, le 23 juin 1981.